DISSERTATIO PHILOSOPHICA DE ORBITIS PLANETARUM

(Las órbitas de los planetas)

G. W. F. Hegel

Estudio crítico, traducción y notas
Gotzon Arrizabalaga

F I L O S O F Í A



La Tesis de Habilitación «De orbitis planetarum», que el filósofo alemán G.W.F Hegel (1770-1831) presentó en el año 1801 para acceder como profesor en la Universidad de Jena es, sin ninguna duda, el texto más extraño, oscuro y menos conocido del extenso Corpus del filósofo alemán. Vilipendiado y denostado por casi todos, arrinconado por el propio Hegel, que lo consideraba un inmaduro ejercicio de juventud, «Las órbitas de los planetas» constituye, sin embargo, una buena ocasión para conocer no solo el pensamiento del joven Hegel, sino también para obtener una idea concentrada acerca del ambiente y concepciones que enmarcaban el pensamiento del idealismo alemán en torno a cuestiones de la filosofía de la naturaleza (Naturphilosophie), pensamiento igualmente criticado en los círculos científicos posteriores y que trajo el descrédito para esta «manera» de enfrentarse a los retos del conocimiento científico de la naturaleza.

A pesar de esta pésima recepción, Hegel mantuvo a lo largo de su vida un concepto referido al funcionamiento y legitimidad de los procesos científicos que aparece esbozado por vez primera en el texto de la Habilitación. Más allá de ciertos anacronismos puntuales y errores obvios, el texto de Hegel ha vuelto a atraer la mirada, si no de los mismos científicos, sí la de estudiosos e historiadores de la ciencia, los cuales han sabido ver el interés epistemológico evidente del texto hegeliano. Cuestiones como la jerarquía entre la experimentación y la correcta deducción filosófica de los axiomas, o la imposibilidad de una observación exenta de teoría implícita, aparecen una y otra vez reformuladas a lo largo de los años en las discusiones gnoseológicas. «De orbitis planetarum» es una obra interesante para los amantes de la filosofía, para los astrónomos y para los historiadores de la ciencia y de la filosofía en general, pues en ella aparece, de forma central, la difícil relación que en la actualidad mantienen entre sí la filosofía y la ciencia. Precisamente, uno de los motivos, si no el central, que impulsó a Hegel a presentar esta Tesis, fue, sin duda, el deseo de mantener en esencial relación estos dos dominios del saber que hasta entonces habían constituido un único cuerpo de conocimiento.

Por primera vez, se presenta el texto en lengua castellana precedida por un estudio que facilita el acceso al mismo además de profundizar en los principales temas tratados en la misma.



Georg Wilhelm Friedrich Hegel

Las órbitas de los planetas

ePub r1.0
Titivillus 19.11.2019

Título original: *Dissertatio philosophica de orbitis planetarum*
Georg Wilhelm Friedrich Hegel, 1801
Traducción: Gotzon Arrizabalaga

Editor digital: Titivillus
ePub base r2.1



ABREVIACIONES

De Orbitis. = Tesis de Habilitación *De Orbitis Planetarum*.

LS = Edición del *De Orbitis Planetarum (G. W. F. Hegel Erste Druckschriften*. Ed. Lasson, 1928).

W. N. = Edición alemana del *De Orbitis Planetarum (Dissertatio Philosophica de Orbitis Planetarum*. Ed. W. Neuser. Weinheim. Acta Humaniora d. VCH, 1986).

D. G. = Edición francesa del *De Orbitis Planetarum (Les orbites des planètes*. Tra. E. de Gandt. Ed. Vrin, 1979).

Dif. = *Diferencia entre los sistemas filosóficos de Fichte y Schelling (Differenz des Fichteschen und Schellingschen Systems der Philosophie*. Ed. Suhrkamp Verlag. Frankfurt am Main, 1970. Englobado en Jenaer Schriften. Werke. 2).

ER. = Edición castellana del *Diferencia entre los sistemas filosóficos… (Diferencia entre los sistemas filosóficos de Fichte y Schelling*. Ed. Er. Revista de filosofía. Sevilla, 1985).

Fen. = *Fenomenología del espíritu*.

F. M. = Edición alemana de la *Fenomenología del Espíritu*. Félix Meiner (*Phänomenologie des Geistes*. Ed. Surhkamp Verlag. Frankfurt am Main, 1986).

F. C. E. = Edición castellana de la *Fenomenología del Espíritu* *{Fenomenología del Espíritu*. Tr. Wenceslao Roces. Ed. Fondo de Cultura Económica. Madrid, 1981).

C. L. = *Ciencia de la lógica*.

S. V. = Edición alemana de la *Ciencia de la Lógica* de Hegel. Suhr-kamp Verlag (*Wissenschaft der Logik*. Ed. Suhrkamp Verlag. Frankfurt am Main, 1983).

R. M. = Edición castellana de la *Ciencia de la lógica (Ciencia de la Lógica*. Tr. Rodolfo Mondolfo. Ed. Solar. Buenos Aires, 1982).

Enz. = *Enciclopedia de las ciencias filosóficas*.

V. P. = Edición castellana de la *Enciclopedia de las ciencias filosóficas (Enciclopedia de las ciencias filosóficas*. Tr. R. Vallas Plana. Ed. Alianza, 1999).

V. G. P. = Trabajo inédito de Víctor Gómez Pin. Memoria de Cátedra. Facultad de Filosofía. Universidad del País Vasco, 1986.

PREFACIO

En el año 1801 Hegel presentó la Tesis de Habilitación correspondiente para ejercer como profesor en la Universidad de Jena. El trabajo consistió en un intento resumido de fundamentar la ciencia de la astronomía en los principios de la filosofía. El intento, en lo que a la resolución de problemas astronómicos concretos se refiere, fue un fracaso, y los cielos mostraron un orden que Hegel les había negado. La anécdota, (pues poco más que eso constituye el fracaso de la Disertación *De Orbitis Planetarum*), sirvió de excusa para desacreditar la filosofía de Hegel en su pretensión de fundamentar las ciencias. Parejo a este descrédito, el concepto hegeliano de la ciencia, al menos en su intento de fundamentar filosóficamente las ciencias positivas, cayó en el olvido. Hasta hace no mucho tiempo. En los últimos treinta años, los filósofos e historiadores de la ciencia han vuelto sus ojos hacia esta parte de la filosofía hegeliana. Bien es cierto, no obstante, que en la última década, este interés ha declinado. Pocos y aislados son los trabajos que sobre esta materia han sido escritos. Sin entrar a analizar los motivos del resurgimiento de este interés, exploradores de toda Europa, principalmente, han intentado estudiar, medir y confeccionar los mapas de este territorio poco recorrido.

En el mundo anglosajón, los trabajos de M. J. Petry (quién sacó a la luz una magnífica edición en 1970 de la *Enciclopedia de las ciencias filosóficas*) y E. Harris, principalmente, rompen con la vieja tradición de la antipatía sajona (corriente rompedora que ya en los años 50 del pasado siglo J. N. Findlay, entre otros había inaugurado) hacia los trabajos y la filosofía dialéctica (la filosofía positivista, arraigada especialmente en esas tierras, constituyó el gran obstáculo para el reconocimiento del interés de la

filosofía hegeliana) y abren unos tiempos en los que la elección de los estudios epistemológicos no se establece en función de coacciones venidas desde las ciencias positivas (como siempre lo ha sido durante el siglo XX) sino de la historización de los fenómenos científico-filosóficos y sus correspondientes estudios (historización provocada, parcialmente, desde la filosofía de Hegel —la *Fenomenología* inauguraría una nueva manera de analizar y abordar los fenómenos—) y también, justo es reconocerlo, del aumento increíble de la población universitaria que, alejada de los centros especializados de las ciencias positivas, encuentran sustento en trabajos de este tipo.

En el panorama de la filosofía francesa, D. Dubarle, A. Doz, F. De Gandt y J. Desanti, principalmente, han dedicado interesantes páginas a la filosofía de Hegel. Constituyen, todavía, una referencia obligada para quien quiera penetrar en estas poco investigadas páginas hegelianas. También A. Negri y R. Bodei, junto con A. Moretto, constituyen los representantes italianos de este tímido resurgimiento de la filosofía hegeliana de la ciencia.

Por último, queda recordar a quienes, desde la lengua alemana, han contribuido en esta tarea. D. Von Engelhardt, D. Wandschneider, W. Neuser y otros más, han analizado con profundidad las posibilidades y la validez de la filosofía de Hegel a la hora de ofrecer un diagnóstico acerca de la salud de las ciencias.

¿Y en el ámbito de la lengua castellana? Por desgracia, bien poco es lo que aquí se puede mencionar. Prácticamente nada ha sido escrito. No solo eso sino que el estado de material bibliográfico, en lo que a la obra de Hegel se refiere, es totalmente insuficiente. En la actualidad, no hay edición alguna de la Tesis de habilitación *De Orbitis Planetarum*. Por fortuna, el profesor Ramón Valls Plana ha editado una traducción (introducción y notas incluidas) excelente de la *Enciclopedia de la Ciencias Filosóficas*.

Otros nombres, que no han sido mencionados, han persistido en la tarea, y puede decirse que, hoy día, los estudios acerca de la filosofía de la ciencia de Hegel no constituyen ni una extravagancia, ni un lujo, ni una tarea

insignificante. Gracias al esfuerzo de estos estudiosos, la parte vergonzosa de la filosofía de Hegel (como casi todas las cosas que un día lo han sido) es motivo de una atención más considerada. Pero el principal motivo del respeto ganado por este capítulo de la filosofía de Hegel reside en sus propios contenidos. Los conceptos desplegados, la organización que conforman y la trama sistemática a la que responden pueden constituir un instrumento de investigación cada vez más reconocido en la filosofía de la ciencia.

Uno de los problemas (y no menores) que se plantean al tratar de analizar una cuestión concerniente a la filosofía de Hegel consiste, precisamente, en medir hasta que punto tal cuestión puede ser separada y contemplada como tal. Introducidos en el engranaje del sistema filosófico hegeliano, las consideraciones pertinentes a la totalidad del sistema se presentan inmediatamente. Y depende, además, de esta consideración general, el hecho de que puedan limitarse en su interior diferentes cuestiones y problemas.

Puede negarse la existencia de un concepto de ciencia tratado y sistematizado como tal dentro de la filosofía de Hegel. En ningún lugar de su obra se encontrará una reflexión específica en torno a dicho concepto. El problema como tal, no existe. Ello es debido a que el concepto de ciencia en la filosofía hegeliana coincide con el concepto global de la filosofía. Hegel lo expresa claramente una líneas de su Introducción a la Ciencia de la Lógica: «Pero no sólo la exposición del método científico pertenece al contenido de la lógica, sino también el concepto mismo de la ciencia en general, y éste constituye exactamente su resultado último[1]». Siendo esto así ¿cuál es el sentido de estos trabajos? La justificación del mismo reside en el interés de mostrar la plasmación de la dialéctica concreta entre este concepto general de la ciencia hegeliana y el concepto general que puede ser extraído de las prácticas de las ciencias particulares, concretamente de la matemática y de la física en los tiempos del propio Hegel, conceptos que tanto entonces como ahora, difieren y chocan notoriamente. Por otro lado, como se ha recordado, la extensión de la literatura en tomo al caso es

prácticamente inexistente en lengua castellana y una de las más reducidas en el ámbito general de los estudios hegelianos. El objetivo principal de esta edición consiste, por lo tanto, en ofrecer un estado de la cuestión y una oportunidad para el desarrollo de una problemática de la cual se ha comenzado a ocupar con mayor detenimiento, y desde hace ya unas décadas, el resto de la comunidad científica y filosófica europea, principalmente.

Volviendo al entorno de la Tesis de habilitación *De Orbitis Planetarum*, ¿por dónde y en qué dirección ha de trazarse la búsqueda del campo de batalla en el ámbito del quehacer científico de la filosofía de Hegel? La elección de vías particulares de acceso al campo de batalla es constante. Cada vía se bifurca inmediatamente en otras vías. Llegar hasta el punto final es imposible. No hay tal punto. ¿Cómo llegar, en efecto, hasta las discusiones en torno a la deducción de las leyes keplerianas por parte de Newton, y la consiguiente crítica de Hegel, sin pasar antes por el concepto de gravedad de Newton?; ¿cómo, a su vez, llegar hasta aquí sin haber tratado anteriormente de los conceptos claves del cálculo infinitesimal que, a su vez, remiten a los conceptos de infinito, continuo, y más allá aún, a los conceptos de espacio y tiempo?

Empujado por esta diversidad de posibilidades (además de otros caminos colaterales que se abren en perspectiva) la tarea no puede desarrollarse en línea recta.

Más allá de intenciones metodológicas o problemas de orden epistemológico, el concepto de ciencia hegeliana trata de mostrar que esta división de la cuestión ontológica en diversos órdenes y esferas no puede constituir un punto de partida sino un recurso, en cualquier caso, para facilitar la investigación práctica de los problemas. Pero el origen y la fuente desde donde se propagan las investigaciones en el terreno de las ciencias hay que encontrarlo en la exigencia puramente filosófica de una fundamentación de los principios relativos a las disciplinas científicas. Tarea a la cual no renunció la filosofía de Hegel. Tarea que corría el peligro de ser olvidada en sus tiempos. Tarea que fue, de hecho, negada a la

filosofía debido a la despreocupación e incapacidad de los científicos y a la pereza y el desconocimiento de los filósofos. Tarea, en todo caso, que queda abierta y por cumplir.

Puesto que en la Disertación *De Orbitis Planetarum* se trata, según reza el título, de una cuestión relativa al movimiento de los planetas del sistema solar, el ámbito central de la investigación lo constituye la Naturaleza, cuyos conceptos iniciales y fundamentales constituyen el espacio, el tiempo y la materia. Es conveniente pues partir desde estos conceptos generales para alcanzar más adelante el desarrollo de los conceptos concretos que necesariamente se abordarán a la hora de analizar los problemas astronómico-filosóficos que se plantean en la Disertación *De Orbitis Planetarum*.

De tal modo que el estudio que aquí se presenta tiene como objetivo principal recorrer y reconstruir, a través de la filosofía hegeliana, el itinerario conceptual que el mismo Hegel esbozó a lo largo de su vida. Con este motivo se entrecruzarán de manera permanente las ideas que aparecen en el *De Orbitis Planetarum* con los desarrollos conceptuales llevados a cabo a lo largo de la *Enciclopedia de las ciencias filosóficas*, y más, concretamente, en su filosofía de la naturaleza.

INTRODUCCIÓN.
EL CONCEPTO DE CIENCIA
EN LA FILOSOFÍA HEGELIANA

1. Fundamentación conceptual de la naturaleza: espacio-tiempo y materia

Partiendo de una construcción del espacio-tiempo que se inicia en la contemplación inmediata de la materia, cabe decir lo siguiente:

Por de pronto, la sola posición de la materia descubre la intelección del espacio. El espacio no es más que la «huella» que queda de la formación de la materia. Se concibe así la materia como «el espacio lleno[2]». Hasta aquí, en nada más puede extenderse el acto de intelección. A la par que la construcción de la materia, el espacio «resulta» abstractamente, y el reino que ante el concepto se presenta no es más que la objetividad misma, la objetividad aislada, el puro «hacer frente», lo meramente exterior y «casi» carente de concepto. Ahora bien, si de esta forma es puesta la objetividad abstracta, no resulta de ello, el «hecho» de una posición de la subjetividad. Es justo en ese momento, cuando emerge el concepto, donde empiezan a configurarse los dos momentos generales del concepto. La relación es mutua. En los momentos más abstractos del concebir, los mismos dominios básicos del mismo, objetividad y subjetividad, se encuentran en su momento más pobre, más vacío, de modo que difícilmente puede

concebirse su diferencia. La subjetividad abierta para con el espacio constituye el punto. El punto es el momento subjetivo del concepto que se piensa espacio:

> «Si se concibe la materia como el espacio lleno, le falta la forma, y el espacio y la materia no son nada más que el concepto abstracto de la objetividad; para que devenga inteligible el concepto real de la materia, es necesario poner ésta igualmente bajo la forma de la subjetividad, es necesario, en el espacio, poner el punto, que es abstracción en relación al espacio pero se relaciona, al mismo tiempo, al espacio[3]».

La subjetividad abstracta que nace a la vez que el momento abstracto de la objetividad que es el espacio «lleno» de materia, toma la figura del tiempo. El tiempo nace de la repulsión infinita del punto. Sólo hay una forma de pensar esta conversión del espacio al tiempo y viceversa; (conversión que, en realidad, no es tal, pues, no se pasa de un momento a otro). El punto, momento primero y más abstracto en la constitución del espacio, lleva en el interior de su concepto la determinación de una infinita repulsión. El punto no es más que un salirse fuera de sí constante en la indiferencia de su infinitud. No cabe concebir el punto más que estallando en infinitud de puntos. Este salirse fuera de sí del punto es el tiempo. Sólo así aparece el tiempo. El tiempo es la repulsión incesante e infinita del punto que construye el espacio. Espacio y tiempo son lo mismo en sus determinaciones primeras. Resulta imposible concebir uno sin otro. El concepto naciente conforma las dos dimensiones: la unidad que se diferencia o la diferencia unificada. El momento de la diferencia es llamado espacio. La diferencia indiferente de la exterioridad en sí del concepto es llamada espacio. El momento en el cual se recoge la diferencia indiferente es llamado tiempo. El tiempo es el indiferente diferenciarse de sí que es el punto. Esta subjetividad referida al espacio que conforma el punto o el tiempo es lo que Hegel llama: «mens».

> «Para que la materia real nos devenga inteligible, es necesario añadir a la noción abstracta del espacio la forma contraria, la de la subjetividad, que designaremos con la palabra más usual en latín de "mens", o con el nombre de punto en tanto es referida al espacio. De esta manera, el punto, o también el tiempo, que es el punto bajo la forma de la diferencia de sí, constituye con el espacio los elementos de la materia, y ésta no es construida a partir de estos elementos, sino que ella es su principio[4]».

En este pasaje Hegel se limita, probablemente debido al carácter resumido de la *Disertación,* a ofrecer las líneas generales de la dialéctica de estos conceptos sin entrar en las consideraciones más detalladas que se ofrecerán en la *Enciclopedia.*

Siguiendo estas líneas generales, cabe decir que, ya en la repulsión del punto para consigo mismo, puede concebirse el siguiente momento conceptual en las determinaciones concernientes al espacio. Este siguiente momento es la línea. Efectivamente, la repulsión infinita del punto «construye» ella misma infinidad de líneas; de manera que ahí, la idea, bajo la forma de la subjetividad referida al espacio, se aparece como línea. La línea no es más que el «espíritu» o el tiempo de la repulsión del punto; es decir: «el espíritu que se produce a sí mismo[5]». La permanencia del espíritu en sí mismo, en referencia a la exterioridad del espacio constituye la línea. Más todavía, el espíritu no se traspasa completamente en espacio mientras continúa desarrollándose bajo la noción de la línea. En la línea, el espíritu no sale todavía de sí y permanece abstracto, pues tampoco la línea constituye espacio alguno en el cual el espíritu pueda devenir objetivo. Solamente lo hace en el siguiente momento (que ya aparece en esta fase de forma velada), cuando espíritu, espacio y tiempo se traspasan mutuamente mostrando así su unidad concreta y esencial.

> «La línea es pues el espíritu que se produce a sí mismo, pero bajo la forma subjetiva, permaneciendo encerrada sobre sí. Asume su forma perfecta y natural cuando pasa a su contrario, el espacio, para constituir entonces el plano; y puesto que no hemos puesto otra diferencia que la del espíritu y la de la extensión, este plano desprovisto de toda otra diferencia, es cuadrado[6]».

El plano constituye el lugar donde el espacio llega a alcanzar su primera manifestación concreta. Puesto que, además, no se ha desarrollado aún ninguna diferencia dentro de la línea superada, este plano es cuadrado. El cuadrado no es más que la superación de la línea. La línea se agota en su cuadrado. El cuadrado se agota en su línea.

1.1. *Diferencia entre Kant y Hegel acerca del espacio y del tiempo*

Para la reflexión común, continúa Hegel, el traspaso mutuo entre el espacio y el tiempo es inconcebible. Tiempo y espacio, tal y como los piensa Kant, cuando se erige en el máximo y más profundo representante de la «reflexión», son dominios que si bien se presentan relacionados, mantienen entre sí una diferencia que subsiste; diferencia insalvable por cuyo medio ambos quedan garantizados en su independencia primera. Ambos registros no llegan nunca a confundirse, pertenecen a diferentes órdenes.

De la misma manera, las matemáticas y la geometría como disciplinas que pertenecen a la labor y práctica de la reflexión, recogen esta incapacidad para mostrar la unidad de tiempo y espacio. Sólo son capaces de «comparar números y magnitudes de las cosas y no las cosas mismas[7]». Ni las matemáticas ni la geometría mantienen un trato directo con el espacio y el tiempo, sino tan sólo con las magnitudes que los representan. Esta idea es importante. Las disciplinas mencionadas no toman en su reflexión la esencia del espacio y del tiempo. Son incapaces de mostrar la cosa misma. Estas disciplinas, a lo más que pueden llegar es a tener un negocio directo con un dominio de representación de las cosas. Pretender que las adquisiciones efectuadas dentro de este dominio de la representación son más esenciales para el conocimiento que las apropiadas mediante lo que ofrece el dominio del concepto puro es el blanco principal de la crítica hegeliana. Evidentemente la discusión se traslada a un orden anterior y más fundamental. Se trata de delimitar la relación y la jerarquía que se establece entre las diferentes formas o niveles del pensamiento. Puesto que saber es saber de un objeto, se trata de fijar cuándo el objeto queda fundamentado o sabido en mayor o menor medida y en relación al plano subjetivo desde el cual es abordado. Es claro que en este sentido, la filosofía hegeliana, siguiendo el ordenamiento kantiano de las facultades pero superándolo en su punto decisivo, a saber, en el papel de la razón o del concepto a la hora de conocer el fenómeno, concede la última palabra y la legitimidad absoluta a lo establecido por la reflexión del concepto. Teniendo en cuenta que lo específico de la filosofía es ocuparse del concepto, se entiende la rebaja en la capacidad de estas disciplinas, las

cuales adquieren su material desde el dominio de la representación a la hora de establecer la verdad del fenómeno.

A pesar de todo ello, una pequeña ventana abierta se ofrece a estas disciplinas para que puedan llegar hasta la intelección de las cosas mismas. Al igual que la filosofía misma, estas disciplinas derivan los cuerpos de los planos, los planos de las líneas y finalmente las líneas del punto. El orden de construcción vislumbrado por las disciplinas es el orden verdadero en el cual se conforma la cosa misma. Pero mientras que el espacio y el tiempo les parecen inconmensurables entre sí, hacen uso de magnitudes inconmensurables a la hora de efectuar las derivaciones anteriormente mencionadas.

Tras de las explicaciones que enuncian las determinaciones propias a la aparición de la noción de tiempo, Hegel se dispone a comparar su «propia» noción con la noción derivada de la crítica kantiana, noción común y dominante en los círculos y trabajos científicos y filosóficos de su tiempo.

Para Kant, el tiempo y el espacio son considerados como formas puras de la sensibilidad[8]. Son los límites de la posibilidad de las sensaciones sin ser ellos mismos «algo» que pueda ser sentido. Son los marcos dentro de los cuales pueden ofrecerse objetos de sensación. Esta teoría es conocida y reconocida comúnmente, pues es el fundamento de la noción que construye el entendimiento común al respecto. Hay objetos de sensación, y estos objetos se dan «dentro» de un espacio y un tiempo, de manera que sin estas determinaciones fundamentales se destruye la posibilidad de existencia de objetos, o al menos, de objetos idénticos a sí mismo y reconocibles e identificables como los mismos. En definitiva, espacio y tiempo constituyen la posibilidad de la objetividad y de la subjetividad. Espacio y tiempo son dotados, a su vez, de un carácter puramente objetivo. Ambos son cuantificables y portadores de otras cualidades que los acercan a los propios objetos que contienen. Al pensar que los objetos y los hechos ocurren en el espacio y en el tiempo, se convierte a estas dos determinaciones en «otros» que los objetos. Mas siendo otros que los objetos, mantienen esa relación

dialéctica con ellos, transformándose, o bien en objetos también, o en algo trascendente, desconocible e incomparable.

El tiempo se constituye en la pura intuición. El puro acto de intuición absoluta constituye el tiempo. Intuición absoluta, tiempo y yo se conforman. Son el mismo acto que surge cuando la negatividad pura que constituye el espacio se niega sí misma retomándose para sí. Cuando el concepto se reflexiona a sí por vez primera en el acto de exterioridad absoluta que conforma el espacio, decimos que esta vuelta sobre sí de la negación que constituye el espacio conforma un acto dialéctico que puede ser llamado tiempo, yo o intuición pura, abstracta, sin contenido alguno. En este sentido cabe llamar al tiempo el puro en sí, o el puro intuir. Conforma así, el principio del devenir.

Esta conformación del tiempo es un principio. Es la negación de la negación absoluta de la exterioridad pura o espacio. Es lo que provoca el acto de reconocimiento del concepto. Aquí comienza la vida del concepto. En este sentido, se inicia, el proceso de diferenciación absoluta. Sujeto y objeto devienen. Deviene la conciencia pura de sí. Este devenir de la intuición pura no se pone a sí mismo de forma independiente del proceso de diferenciación. Responde a la misma necesidad dialéctica del surgimiento de la diferencia y de la oposición.

En el concepto kantiano del espacio y del tiempo, convertidos en formas puras de la intuición, más allá de su identidad para con los objetos de la intuición, se tiende a pensarlos puestos por sí mismos. Puesto que no son objetos, y preceden a éstos como la condición precede a lo condicionado, espacio y tiempo subsisten por sí mismos. Son principios absolutos e incondicionados. Los objetos se dan en el espacio y el tiempo.

Hegel trata de rectificar este concepto. Espacio y tiempo no «son» nada fuera de su devenir mismo «en» los objetos de la intuición. Los objetos y los hechos no «pasan» en el tiempo. El tiempo es ese mismo devenir de los objetos en su relación mutua, pues los objetos, y lo real de su relación son finitos. Como dice Hegel:

«Lo real es limitado, y lo otro respecto de esta negación, está *fuera* de él; la determinidad, por tanto, es en lo real *exterior* a él mismo y de ahí la contradicción de su ser; la abstracción de esta exterioridad de su contradicción y de la inquietud de ésta es el tiempo mismo**[9]**».

El tiempo es resultado y no condición. En términos estrictamente conceptuales puede decirse que el tiempo sólo puede aparecer allá donde hay un acto de negación de la negación. Allá donde aparece el límite. El límite aparece en lo real como resultado de la contradicción que las cosas mantienen entre sí, pues la determinabilidad que contienen, la contienen fuera de sí. Todo elemento de su determinabilidad está fuera de él. Esta contradicción y su reflejo constituyen el tiempo, que a su vez carece, por esta misma razón, de diferencias internas, ya que constituye este movimiento de negatividad abstracta.

El precipitado infinito del concepto en su movimiento de delimitación constituye el tiempo. Este precipitado es continuo e ilimitado e impide la negación infinitesimal de su efectividad. Lo contrario supondría la desaparición del tiempo. Por eso Hegel compara el tiempo con Cronos, devorador de sus hijos. De igual manera, el tiempo es el reflejo del concepto-cronos, del concepto devorador de su producto.

Antes de pasar a la consideración de las dimensiones que pertenecen al tiempo, conviene reforzar la distinción entre la manera de ser del tiempo y la que corresponde a los objetos de la realidad natural.

La distinción fundamental hay que buscarla en la forma de apropiación de la determinabilidad. Por una parte, los objetos de la naturaleza dependen, en su determinabilidad, de la limitación impuesta desde fuera por el resto de objetos. El acto negativo, por cuyo medio se impone un límite a las cosas configurándolas, no pertenece a la cosa misma. Esta negación es limitada y no absoluta. Las cosas se limitan unas a otras y cada una de ellas pone fuera de sí el acto de su limitación. Esta acción fundadora provoca los movimientos dialécticos a través de los cuales las cosas se constituyen. Esta acción mutuamente limitadora y constituyente provoca la inquietud de la contradicción a la que se ve sometido el ser de cada objeto. Esta

contradicción es la vida misma en su esfera natural. El tiempo aparece como reflejo de esta acción, se constituye como lo absoluto del acto. En palabras de Hegel:

> «… la abstracción de esta exterioridad de su contradicción y de la inquietud de ésta es el tiempo mismo[10]».

El tiempo es lo indiferente frente a la mutua diferencia en la limitación de las cosas entre sí. La exterioridad concreta, en la dialéctica que delimita las cosas entre sí, hace siempre referencia a otro objeto. Lo que exteriormente y de manera concreta se opone siempre a un algo real es otro real finito. Pues bien, la exterioridad abstraída de cualquier concreción es el tiempo. El tiempo es lo que necesitan las cosas para la fijación de la dialéctica que las constituye. Pero también cabe decir, que el tiempo necesita de la mutua limitación o contradicción entre las cosas para que pueda manifestarse.

Esta mutua «dependencia» entre el tiempo y lo real finito hace que, distinguiéndose, tiempo y realidad finita sea inseparables. A este respecto Hegel da un paso más. El hecho de que los límites que determinan lo real finito sean impuestos desde fuera, es debido a una carencia fundamental. Lo real finito contiene sólo imperfectamente el contenido absoluto de su noción. El concepto aparece escindiéndose de sí mismo en lo real. La consecución total de este destino que es el agotamiento de su concepto y que lleva a lo real finito a entrar en relación dialéctica con el resto de los entes finitos y en contradicción interna con respecto a la posibilidad de su determinabilidad, es el único fundamento en el que aparece el tiempo. Allí donde no cabe limitación, allí donde el concepto no aparece escindido de sí mismo, no hay «lugar» para el tiempo. En este caso, la negatividad que contiene el acto de determinación, no es una negatividad limitada, sino absoluta. El concepto es la negatividad absoluta no sumisa a limitaciones externas. Contiene dentro de sí la negatividad de su determinación y es, por ello, absoluta. En tal caso no hay aparición del tiempo. Cabe decir que el tiempo sería esta negatividad misma en su exterioridad. El lado exterior de

la manifestación de la negatividad absoluta de la idea. Así lo resume el propio Hegel:

> «Lo finito es perecedero y *temporal*, porque no es, como lo es el concepto, la negatividad total en él mismo, sino que teniendo a esta negatividad dentro de sí ciertamente, como esencia universal suya, no es adecuado a ella, es *unilateral*, y se relaciona pon ende con ella como con su *poder*. Pero el concepto, en su identidad consigo que está libremente EXISTIENDO para sí, yo=yo, es en sí y por sí la negatividad absoluta y la libertad, no está en el tiempo ni es temporal, sino que *él* es más bien el poder (o fuerza) del tiempo; este poder es solamente aquella negatividad en cuanto exterioridad. Únicamente lo natural está sometido, por consiguiente al tiempo, en tanto es finito; lo verdadero por el contrario, la idea, el espíritu, es *eterno*[11]».

1.2. *Espacio y del tiempo (continuación)*

En un momento posterior, y después de haber afirmado la identidad fundamental de las tres dimensiones temporales,

> «Por lo demás, en la naturaleza, donde el tiempo es *ahora*, no se logran las distinciones *subsistentes* de aquellas dimensiones[12]».

Hegel parece reducir la diferencia de las mismas a una abstracción necesaria para el registro subjetivo:

> «… son necesarias sólo en la representaciones subjetivas, en el *recuerdo* y en el *temor* o *esperanza*. Pero el pretérito y futuro del tiempo en cuanto *están siendo* en la *naturaleza* son el espacio[13]».

La asombrosa facilidad psicológica de Hegel por superar la barrera de lo subjetivo y de lo objetivo, y poder discernir lo que es ontológicamente efectivo en cada una de ellas, le ayuda en la tarea de pensar el concepto tal y como se desarrolla en sí mismo. En este caso, esta facilidad produce un resultado sorprendente, al menos para los oídos de su época. Presentar el pasado y el futuro como espacio e intentar pensarlos dentro del orden espacial es algo tan fascinante que el propio Hegel se adelantó a sí mismo. Lo realmente asombroso es la sensación de obviedad con la que Hegel presenta estas afirmaciones. Lo realmente lamentable es que Hegel no dedicará mayor atención a estas sugerencias.

Sea lo que sea, habría que llamar la atención sobre dos cosas.

1) La primera es la transformación de la noción de tiempo. Cualquier intento por pensar el tiempo en torno a las tres dimensiones inmediatas del mismo, queda atrapado en el suelo subjetivo sobre el que se desarrolla. Pensar así el tiempo es pensarlo en función de representaciones sensibles extraídas de la experiencia común del entendimiento. Asumir que unas cosas vienen antes o después que otras es asumir la inmediata finitud y abstracción del punto de vista adoptado. La realidad última o efectiva de la noción del tiempo es eterna. Pretender captar el tiempo desde sus propias categorías específicas imposibilita articular su esencia universal y eterna. Puesto que la noción misma es eterna, resulta imposible comprender la noción de tiempo desde el presente, pasado o futuro, momentos particulares articulados en tomo a las necesidades dialécticas de la subjetividad. En tanto que momento objetivo o natural, el tiempo destruye sus propias diferencias. Estas quedan reducidas a la indiferencia. Presente, pasado y futuro no son signos o marcas de determinación dentro del mundo natural porque son indiferentes para el puro objeto. Así pensado, el tiempo es inseparable para con el espacio, es el espacio.

2) La segunda se refiere a esta unidad de las determinaciones temporales y espaciales. ¿Cómo entender que el pasado y el futuro, en tanto que existentes en la naturaleza son el espacio?

Manteniendo la contemplación en el registro del entendimiento reflexivo, el tiempo pertenece al momento subjetivo y el espacio al momento objetivo. Siendo lo mismo, el tiempo conforma el sujeto y el espacio al objeto. El tiempo es al sujeto lo que el espacio es al objeto. Pero desde un punto de vista absoluto, sujeto y objeto se reducen en el concepto puro; de la misma manera que espacio y tiempo se reducen en la exterioridad pura. La negatividad absoluta de esta es espacio. La vuelta sobre sí de la negatividad pura es el tiempo. El espacio que vuelve sobre sí en el punto es el tiempo. Sin metáfora, el espacio recorrido o determinado es el pasado y el espacio por recorrer o determinar es futuro. De forma inmediata, tiempo y espacio son lo mismo que se niegan. La negación del

espacio, o la negación de la negación (que es el espacio) es el tiempo. La negación del tiempo (que son el pasado y el futuro) es el espacio. No hay manera de concebir un espacio sin entrar dentro del orden temporal, como no hay manera de hacer transcurrir un tiempo sin traspaso a un espacio. Esta especial relación ha sido recogida en la historia de la ciencia y ha constituido uno de los pilares fundamentales de la física relativista, la cual, como es sabido, inaugura una nueva época en la historia de la ciencia.

2. Crítica a Kant y Newton. Las fuerzas. La gravedad

2.1. *Concepto de naturaleza en Kant*

Los conceptos de espacio y tiempo, su mutua relación y manipulación, constituyen las claves necesarias para la elaboración de las leyes de la naturaleza.

Tomando la ordenación efectuada por Hegel en la *Enciclopedia*, se pueden observar los siguientes momentos:

A. Espacio y tiempo.
- a) Espacio.
- b) Tiempo.
- c) El lugar y el movimiento.

B. Materia y movimiento (mecánica finita).
- a) La materia inerte.
- b) La impulsión.
- c) La caída.

C. Mecánica absoluta.

En este trabajo se ha variado, en función de su misma perspectiva, el orden del análisis. Teniendo en cuenta que el concepto de fuerza es fundamental en el desarrollo y determinación de las leyes de la naturaleza, y que además constituye el motivo conceptual más claro del enfrentamiento

entre Hegel y Newton, nos ha parecido más conveniente ordenar esta parte siguiendo los caminos que provoca su despliegue en esta disputa.

La reflexión hegeliana en tomo al concepto de fuerza encuentra sus primeras manifestaciones en las formulaciones primeras de la *Diferencia*. Empujado por el pensamiento kantiano en tomo a la naturaleza, Hegel se verá obligado, aunque no todavía de forma temática, a dar entrada a la valoración del papel que la fuerza representa en este punto.

La contemplación kantiana de la naturaleza puede quedar resumida, a los ojos de Hegel, en las siguientes palabras:

> «Kant acepta una Naturaleza al poner el objeto como algo determinado (por el Entendimiento); expone la Naturaleza como un sujeto-objeto, en tanto considera el producto natural como un fin natural, fin práctico (zweckmäßig) sin concepto de fin, necesario pero sin mecanismo, concepto y ser indistintamente. Al mismo tiempo, esta misma concepción de la naturaleza debe ser válida únicamente como Entendimiento teleológico, es decir, como máxima de nuestro entendimiento particular, discursivo, pensante y humano, en el cual los conceptos universales no contienen los fenómenos singulares de la naturaleza; mediante este modo **humano** de consideración no se puede afirmar nada sobre la realidad de la naturaleza; el modo de consideración queda, así, como algo subjetivo, y la naturaleza como algo puramente objetivo, simplemente pensado. La síntesis realizada por el Entendimiento entre la naturaleza determinada y, a la vez, indeterminada, debe quedar, ciertamente, como simple idea en un Entendimiento sensible; debe ser imposible, **para nosotros los hombres**, explicar cómo se encuentran la finalidad práctica con la senda del Mecanismo[14]».

Se pueden destacar dos puntos principales en estas líneas. Uno corresponde a la descripción del concepto general kantiano acerca de la naturaleza. El segundo, muestra la contradicción que contiene intrínsecamente este concepto.

La descripción hegeliana del concepto kantiano de la naturaleza se desenvuelve alrededor de los lugares clásicos dentro de la obra de Hegel.

Por un lado, Kant admite y presenta la naturaleza como un dominio cuya determinación proviene únicamente del entendimiento. En este sentido, el ser y el concepto de la naturaleza no son más que una y la misma cosa. La naturaleza quedaría expuesta de forma transparente a través de la

determinación fijada en ella por los conceptos. En cuanto que, además de esta tarea subjetiva del concepto, la naturaleza se ofrece igualmente como producto, cabe hallar en esta perspectiva una posibilidad para contemplarla como un verdadero sujeto-objeto. Por un lado la naturaleza encierra en sí el concepto, al cual se somete, y por el otro, se presenta como el dominio en el cual esta determinación se objetiva y se cumple. En este sentido, cabe pensar que la naturaleza presenta en su construcción un aspecto de finalidad, una capacidad de ordenación intrínseca debido al dominio subjetivo que encierra. Si Kant se hubiera mantenido en esta situación, en poco o nada se diferenciaría su concepto de la naturaleza en relación al del propio Hegel. La diferencia se produce por medio de una restricción fundamental que Kant introduce en su concepto. Esta restricción provocará la aparición de una contradicción insalvable cuya superación se encama en el concepto hegeliano. ¿Cuál es la contradicción? Toda la perspectiva abordada anteriormente es sólo válida, piensa Kant, para el funcionamiento del intelecto humano. Se trata de una figuración puramente subjetiva. Sería una mera esquematización cuyo ámbito de verdad se reduciría al dominio subjetivo del pensamiento. La verdad de las determinaciones puestas por el entendimiento sólo son válidas para sí mismo. Lo verdaderamente «real» en la naturaleza, su dominio objetivo o fenoménico, queda fuera de esta «verdad». Por muy profunda y bien construida que se presente la determinación conceptual de la naturaleza, sólo es válida en el orden de la subjetividad. De esta manera, la naturaleza se presenta a Kant como algo puramente objetivo, sin ningún atisbo de una interioridad subjetiva.

Eliminada esta posibilidad, queda eliminada igualmente la posibilidad de construir una ciencia de la naturaleza que no sea una mecánica, pues si se pretendiera otra cosa, (es decir una ciencia de la naturaleza que recogiera el doble aspecto sujeto-objeto del absoluto como naturaleza) forzosamente habría que suponer en la naturaleza algún tipo de finalidad, o mejor, de actividad orgánicamente subjetiva. Eliminando, de hecho, la realidad de la actividad subjetiva para con la naturaleza, su ciencia de la naturaleza se encama en una mecánica.

«…esta es la causa por la cual, en su Ciencia de la Naturaleza, le es imposible el examen de la posibilidad de fuerzas fundamentales, amén de la consideración del por qué lo único que puede construir una ciencia de la Naturaleza, para la cual la Naturaleza es materia, es decir, algo absolutamente opuesto que no se determina a sí mismo, es una Mecánica[15]».

2.2. *La construcción kantiana de la materia a partir de las fuerzas atractiva y repulsiva*

Para encontrar una tematización del concepto de fuerza es necesario trasladarse hasta los textos de la *Ciencia de la Lógica*. Sentada la restricción kantiana, conviene abordar las reflexiones hegelianas. Estas se construyen, primeramente, partiendo de los conceptos de atracción y repulsión que son aquellos que Kant utiliza como fundamentos de su noción de la materia y consiguientemente de la naturaleza pues esta es el reino traspasado por la materia, en tomo al cual sólo cabe la construcción científica de una mecánica[16].

Dando fin a la primera sección de la *Ciencia de la Lógica* y como pórtico a la segunda, cuyo contenido constituye la categoría de la cantidad, Hegel efectúa unas observaciones acerca de la relación entre la atracción y la repulsión, ilustraciones de la dialéctica uno-muchos y que, más tarde, tomarán, dentro de la disciplina de la mecánica, la determinación de fuerzas inherentes a la materia.

Estas observaciones que vienen distribuidas en diferentes apartados de los subcapítulos B) «Uno y múltiple»; y C) «Repulsión y atracción» del tercer capítulo de la *Ciencia de la Lógica*: «El ser para sí», pueden resumirse en la nota titulada: «La construcción kantiana de la materia de la materia a partir de la fuerza atractiva y repulsiva» que figura, como se acaba de decir, justo antes de la segunda sección titulada: «La magnitud (Cantidad)».

Dos son los puntos que cabe distinguir, de los cuales el segundo es el de mayor importancia:

1) La representación común de la atracción y la repulsión.

2) La crítica de Hegel a la construcción kantiana.

Como siempre que Hegel se dispone a enumerar las insuficiencias de la representación ordinaria del mundo, esta crítica concreta al pensamiento o representación acerca de la atracción y de la repulsión subraya la principal de estas insuficiencias. Ella se refiere a la incapacidad del entendimiento (facultad bajo la cual se construyen las representaciones ordinarias del mundo) por hallar las relaciones intrínsecas o conceptuales de fenómenos que aparecen inmediatamente separados e independientes entre sí. Esta incapacidad, principal enemigo de la razón, contamina absolutamente toda actividad teórica e impide el acceso a una comprensión realmente científica (absoluta, y no meramente parcial y abstracta) de la realidad. No es que las deducciones y la comprensión adquiridas por medio del entendimiento sean incorrectas o falsas sino que son del todo insuficientes y no culminan, de ninguna manera, las posibilidades de la actividad científica, puesto que el concepto, que es lo que debe ser puesto de manifiesto y ha de hacerse patente en la actividad científica, desborda la capacidad del entendimiento.

La representación común acerca de la atracción y la repulsión no puede contemplarlas más que perteneciendo, inmediatamente, a la materia. La forma de este pertenecer es, sin embargo, del todo extrínseca. A través de la representación común de la atracción y de la repulsión se piensa en que estas dos «fuerzas», bien que confluyan en un tercero (que es la materia) permanecen independientes entre sí y también con respecto a la materia. Cada una de ellas se debe sólo a sí misma y su existencia es «anterior» a la que posteriormente «adquirirá» dentro de la materia junto con la «otra» fuerza. En definitiva, estas fuerzas,

> «se ven a la vez presupuestas como existentes dentro de sí, y libres una de otra[17]».

Posteriormente se podrá ver como esta determinación de su independencia y su falta de relación esencial determina, a su vez, los modos de relación de las partes de la materia.

En el segundo punto de la nota, Hegel extrae los momentos principales de la construcción kantiana para someterlos a una crítica en la cual, el trabajo kantiano siempre aparece rebajado si no en su importancia sí en su trascendencia, disminuyendo su alcance y relevancia.

Tras un breve preámbulo de reconocimiento (casi formal) de los méritos de Kant, la exposición hegeliana despacha el concepto kantiano como si se tratara de un trabajo cuyas deficiencias fueran evidentes y pertenecieran a épocas pasadas que, por tales, siempre aparecen inocentes e insuficientes.

El mérito que Hegel reconoce a Kant es que, por vez primera, se ha intentado ofrecer el concepto de un objeto cuyas determinaciones parecían «pertenecer exclusivamente a la experiencia[18]». Con ello se ha ampliado el terreno de la fundamentación metafísica y se ha mostrado así como la primera fundamentación filosófica de la física. Cosa cuyo valor para la filosofía y para la ciencia nunca ha sido reconocido del todo. Probablemente sólo Hegel, que es, precisamente, quien toma sobre sí la forma más rigurosa de la crítica hacia la construcción kantiana, haya sentido la necesidad de la fundamentación filosófica de la física en los tiempos modernos. Una fundamentación que toma como base el puro concepto y no la experiencia sensible del objeto. En cuanto que el objeto aparece recogido y reducido a datos extraídos de la experiencia sensible deja de ser objeto de estudio de la filosofía y de la lógica (entendida esta última como el lugar donde la filosofía se limita exclusivamente al cuidado del concepto). Así lo dice el propio Hegel:

«Esta exposición *metafísica* (se refiere a la de Kant) de un objeto que parecía no sólo por sí mismo, sino también en sus determinaciones, pertenecer únicamente a la *experiencia*, es notable, por un lado, porque como tentativa de alcanzar el concepto, dio por lo menos el impulso a la moderna filosofía de la naturaleza —esto es, la filosofía que no convierte en fundamento de la ciencia a la naturaleza considerada como un dato de la experiencia sensible, sino que reconoce sus determinaciones a partir del concepto absoluto—; por el otro lado (es notable) también porque a menudo

se ha permanecido en aquella construcción kantiana y se la ha considerado como comienzo y fundamento filosófico de la física.

> Una existencia tal como la materia sensible no es por cierto un objeto de la lógica, como tampoco lo son el espacio y las determinaciones espaciales[19]».

El mismo punto de vista se mantiene aún en la *Enciclopedia*.

Si bien es cierto que los momentos de repulsión y atracción convienen al concepto de la materia, Hegel critica a Kant el hecho de haber mantenido separadas las determinaciones sin ver la unión esencial que las conforma. Esta crítica es desarrollada con mayor detalle en la *Ciencia de la Lógica*. Repulsión y atracción no tienen sentido separadas. Por su lado, son realmente inconcebibles si la determinación de la una no actúa en el pensamiento de la otra. La materia que resulta de la unión de ambas no ha conseguido, todavía, una individualidad concreta. Contiene en sí el momento inmediato de la discreción (repulsión de sí misma y yuxtaposición de los elementos formados a raíz de esta repulsión de sí) y el momento de la continuidad (negación del carácter fraccionario primero; momento de la atracción de los elementos dispersos). Impensable resulta un movimiento de repulsión allí donde no es dado un momento de identidad o mismidad e impensable resulta, asimismo, un movimiento de atracción que no lo sea de elementos exteriores unos a los otros. Kant no llegó a vislumbrar la unidad que reina entre estas determinaciones. Además, en su trabajo aplicó estas determinaciones desde fuera a la materia. La materia se supone, en la obra de Kant, como algo ya acabado sin que las determinaciones anteriores actúen propiamente como fuente ontológica de la misma.

> «…en tanto de ellas había de emerger la *materia*, de tal modo que materia resulta ser lo que debe ser atraído y repelido[20]».

Cambiando el orden de la determinación, Kant configura la repulsión y atracción en tomo a una materia ya preconcebida, mientras que la verdadera tarea del concepto consiste en deducir la materia a través de las mismas.

Atracción y repulsión (Attraktion, Repulsión) son las determinaciones mediantes las cuales se construye el concepto de materia. Atracción y repulsión no hacen más que reproducir el movimiento dialéctico del concepto. Del mismo modo que en la constitución del espacio el primer movimiento negativo producía el espacio abstracto de elementos yuxtapuestos entre sí, en la formación de la materia, el primer movimiento negativo viene representado por el momento de la repulsión. La repulsión refleja el momento por el cual la materia aparece fraccionada para consigo (auseinander), el momento que constituye su exterioridad abstracta. Pero, siendo infinita la acción negativa del concepto, el primer movimiento de negación queda, a su vez, negado. Es la negación de la negación, es decir, el momento positivo en la formación de la materia. Mientras que en el espacio, este segundo momento constituía al punto, en la materia este segundo momento se estabiliza como materia unificada consigo mismo. La atracción traduce el hecho de que, todavía, la materia es idéntica a sí misma, «la unidad negativa de este ser-para-sí que-está siendo-uno-fuera-de-otro» (die negative Einheit dieses außereinander-seienden Fürsichseins[21]).

Esta presentación es clásica. Sin embargo, es necesario traer al recuerdo una advertencia de Hegel: el momento por el cual la materia se presenta como unidad de sí misma, es decir, el momento de la atracción, no debe ser confundido con la gravedad (Schwere). La gravedad es la unión de ambas determinaciones. La materia así resuelta es todavía una materia abstracta, puesto que no se ha reflexionado a sí misma. La unidad lograda por la superación de los momentos de la repulsión y de la atracción permanece exterior a sí misma. A lo largo de la esfera de la mecánica, la materia supuesta permanece en esta determinación. «…es en lo físico donde primeramente se inicia la reflexión hacia sí material[22]».

2.3. *La noción de fuerza en Newton. El impulso*

La consideración formal de las fuerzas, tal y como se produce en Kant, parece originarse del tratamiento exclusivamente matemático que de las mismas se efectúa en los trabajos de Newton. Sabido es que pare el filósofo

inglés, el tratamiento científico de las fuerzas sólo es posible en la medida en que las mismas se limitan a ser consideradas matemáticamente y no físicamente. Esta abstracción se traslada luego al plano metafísico kantiano.

Por lo que a la crítica hegeliana a los razonamientos newtonianos se refiere, y que tiene lugar, por vez primera en la *Disertación*, el argumento se basa en las palabras del propio Newton en su obra *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Las palabras concretas se encuentran en *Principia* I, definición VIII[23].

En esta cita, siguiendo la traducción o interpretación de Hegel, Newton advierte a los lectores del uso puramente matemático de las nociones de atracción, impulso o propensión a un centro, sin que se piense con ello en definir,

«…especie o modos de acciones, ni sus causas o razones físicas, ni que atribuyo fuerzas en un sentido físico y auténtico a centros (que son sólo puntos matemáticos) cuando aludo a centros dotados de capacidad atractiva[24]».

Esta claro que la crítica de Hegel, en este punto, se basa en tomar literalmente el significado de las nociones utilizadas en esta Definición VIII.

Para comprender realmente el alcance de la crítica hegeliana es necesaria una aclaración hermenéutica.

Hegel, tomando las nociones al pie de la letra, efectúa una crítica consecuente con los principios que gobiernan su concepto de la naturaleza física. Ciertamente, la utilización de una noción como la de «impulso», la cual es nombrada por Newton, sirve como excusa a Hegel para arremeter contra la concepción newtoniana.

Según Hegel, la noción de impulsión puede ser concebida físicamente pero no matemáticamente pues de este modo sólo se muestra un concepto

mecánico de la física. Newton apela a la consideración puramente matemática de la impulsión[25]. Sin embargo, ¿cómo **pensar** matemáticamente un impulso[26]? En cualquier caso, lo que cabe pensar matemáticamente, y es lo que hace Newton, son las relaciones cuantitativas derivadas de esas «atracciones, impulsos o propensiones hacia un centro.» Ahora bien, una vez introducida la noción de impulso es inevitable, para Hegel, pensar en una noción más que matemática o mecánica. Una prueba de la dificultad de no pensar mecánicamente la noción de impulso la suministra el propio Newton cuando en el preámbulo que abre la sección XI de los *Principia* dice literalmente:

> «En consecuencia, pasaré ahora a tratar el movimiento de cuerpos que se atraen los unos a los otros, considerando las fuerzas centrípetas como atracciones, aunque en estricto rigor físico pudieran llamarse más apropiadamente impulsos[27]».

Hegel utiliza estas palabras de Newton para tratar de mostrar el concepto newtoniano acerca de la física. Según Hegel, la noción de impulso hacia un cuerpo muestra un concepto puramente mecanicista acerca del movimiento de los cuerpos. Siguiendo esta noción, la relación establecida entre los cuerpos cuyo resultado es el movimiento, es una relación que viene desde fuera a los cuerpos; una relación exterior y no surgida desde el concepto propio e interior a los cuerpos relacionados. Los movimientos así generados sólo pueden basarse en una determinación empírica o, más exactamente, en una relación que muestra una ley extraída desde una constatación meramente empírica. El impulso muestra un movimiento inmediato, no reflexionado, no consecuencia de una determinación inherente al concepto mismo del cuerpo, y del cual se ocupa la auténtica filosofía de la naturaleza. Por ello Hegel separa la mecánica y la física, «dos ciencias cuya diferencia será expuesta más adelante con mayor detalle[28]».

Para finalizar con este punto, Hegel critica a Newton la utilización de la noción de fuerza cuando se trata de «desarrollar relaciones matemáticas» ya que la noción de fuerza «es cosa de la física[29]». Con esta utilización de las nociones de fuerza e impulso,

> «Newton ha construido un edificio compuesto efectuado de física y matemáticas, donde a duras penas puede distinguirse lo que atañe a la ciencia física y constituye para ello una aportación real[30]».

Parece cierto que en este crítica, Hegel se ha cebado en una ambigüedad que aparece en los textos de Newton al tratar este de ofrecer una explicación no matemática de las fuerzas de gravedad y de la causa de los fenómenos de atracción entre los cuerpos. Ahora bien, no por ello esta crítica es impertinente. Si bien es verdad que Hegel toma por los pelos estas citas de los *Principia*, la crítica se basa en afirmaciones reales de Newton. Resumiendo este primer punto se podría decir: Es imposible, para Hegel, que un concepto como impulso pueda ser entendido «matemáticamente»; y si además se intenta traducir a términos físicos el concepto que se desarrolla a través de esta determinación, lo que aparece es un concepto puramente mecánico acerca de los movimientos de los planetas. Por otro lado pretender hablar tan sólo matemáticamente e introducir por otro lado el concepto de fuerza es querer nadar y guardar la ropa. De hecho Hegel descubre en Newton mismo la imposibilidad de ofrecer, por medio de un discurso exclusivamente matemático, la **razón** de los fenómenos naturales. Esta imposibilidad fuerza a Newton a introducir otros conceptos que los estrictamente matemáticos, y es en esta introducción donde Hegel observa una utilización insuficientemente reflexionada de tales conceptos.

2.4. *Métodos de la geometría. Descomposición del fenómeno único en momentos aislados* y *exteriores*

La traducción física de los conceptos utilizados matemáticamente por Newton, provoca la aparición de nociones y procedimientos cuya legitimidad es puesta en tela de juicio por Hegel. Uno de estos procedimientos consiste en la descomposición geométrica de las fuerzas.

La cuestión se centra en la legitimidad del uso de ciertas nociones como resultado del tratamiento geométrico de la descomposición de las fuerzas. La indicación principal de Hegel apunta al hecho de que en la mayoría de los casos esta descomposición está desprovista de una «significación física» (sensu physico[31]).

Podemos resumir la crítica hegeliana a este procedimiento del siguiente modo: Hegel admite que el movimiento de los planetas sea el resultado de la oposición de diferentes fuerzas; ahora bien, este movimiento ha de tener necesariamente un carácter mecánico y no puede corresponder, por tanto, a la dirección de la «fuerza viva» (vis vivae[32]).

Surge aquí, de nuevo, la resistencia de Hegel en aplicar un sentido físico a la matemática. Las relaciones y razones establecidas, o mejor, recogidas por la matemática, sólo pueden ser aplicadas en la esfera mecánica de los fenómenos naturales. La fuerza real, o fuerza viva, como la denomina Hegel, ha de ser estudiada y establecida de otro modo. Las relaciones reales que se manifiestan en las fuerzas vivas o efectivas no pueden ser establecidas exteriormente. La matemática sólo establece lo que de alguna manera debe ser si consideramos los fenómenos en su aspecto puramente mecánico. En ambos casos, las matemáticas y la mecánica (como el reino que aparece tras de la aplicación de las matemáticas a los fenómenos físicos) no determinan en su totalidad los fenómenos naturales. Esto quiere decir, entre otras cosas, que las determinaciones que la matemática impone a los fenómenos no se cumplen estrictamente. Los movimientos de los cuerpos no pueden seguir estrictamente las direcciones marcadas por los cálculos matemáticos. Siempre hay un «margen» de desviación en las direcciones que imponen las fuerzas vivas o reales. Una de las razones de esta inadecuación de las determinaciones matemáticas reside en el carácter «formal» de las mismas.

La única intención de Hegel es, prácticamente, la de mantener las cosas claras a este respecto y evitar los abusos a los que lleva el implantar las matemáticas como único «lenguaje» de la física. Ningún otro sentido tiene la siguiente intervención de Hegel a este respecto. A raíz de la descomposición de la dirección de un cuerpo como resultado de la acción de fuerzas opuestas se establece una profusión de numerosas líneas auxiliares que son llamadas, igualmente, y de forma abusiva para Hegel, «fuerzas»[33]. Frente a esta proliferación de nuevas «fuerzas» allí donde el fenómeno es único, el físico ha de mantener ciertas reservas. Estas líneas no

son más que auxiliares geométricos que carecen de cualquier significación o efectividad práctica. La realidad, vendría a decir Hegel, no es solamente formal, sino bastante más compleja y estructurada; construida de una manera más «orgánica» y sistemática. De esta manera, los físicos,

> «…se extrañan con razón, viendo nacer, gracias al manejo matemático del fenómeno, tal multitud de fuerzas que la Naturaleza ignora»[34].

El siguiente momento de la crítica hegeliana a la descomposición de las fuerzas refleja uno de los puntos más flojos e indefendibles del procedimiento llamado científico. Este momento hace referencia al hecho de que el éxito mostrado por algunas operaciones basta para probar el carácter científico de tal operar. Por lo que se refiere a la *Disertación* estas son las palabras empleadas por Hegel:

> «Baste aquí anotar lo siguiente: la descomposición en otras líneas de un fenómeno simple representado por una línea recta o curva, es un postulado matemático, que se justifica abundantemente en matemáticas por su comodidad multiforme, pero en el cual el principio depende de una otra ciencia. Además no es necesario juzgar el principio apoyándose sobre el uso que de él se hace y sobre las consecuencias que entraña. En fin, si en virtud de este postulado se descompone la dirección de una fuerza representada por una línea, no es necesario ofrecer una significación física a las líneas así trazadas en tributo a la sola comodidad matemática del procedimiento[35]».

En estas palabras, Hegel afirma claramente que el principio, del cual depende y encuentra fundamento la representación de un fenómeno simple (phaenomeni simplicis) por medio de una línea recta o curva, no puede ser extraído desde un punto de vista matemático. Bien es cierto, dice Hegel, que la descomposición de una fuerza con el auxilio de otras líneas ha mostrado su eficacia hasta el punto de que «casi toda la ciencia mecánica y astronómica reposa sobre esta descomposición[36]» Sin embargo, el éxito ofrecido por el uso de este principio de descomposición de fuerzas, si se lo considera aisladamente, «es, sin embargo, sin razón probatoria[37]». Posteriormente se verá como Hegel intentará explicar necesaria y suficientemente la verdadera razón por la cual «el efecto de una fuerza cualquiera debe ser representado por un cuadrado[38]».

En estos lugares Hegel se limita a señalar los puntos débiles en los cuales los procedimientos matemáticos tratan de imponer sus determinaciones a los fenómenos físicos.

La descomposición de la dirección de un cuerpo por medio de las líneas auxiliares no llega a probar que necesariamente la esencia de tal movimiento se reduzca a esos procedimientos. Estos procedimientos son como «andamiajes» que una vez cumplida su función es necesario retirar para mostrar el edificio en su realidad. Las líneas auxiliares empleadas son aplicadas exteriormente, casi a modo de hipótesis, más no provienen o surgen de una necesidad conceptual como mostrará Hegel más adelante. Ha de quedar claro que Hegel no niega que efectivamente la descomposición de la dirección de un cuerpo no se efectúe mediante las líneas que determinan el paralelogramo en el cual se inscribe esta línea de dirección, sino que lo que critica es el «modo» en el que estas líneas aparecen en la demostración. De nuevo se muestra el cuidado de Hegel por no confundir los dominios de la efectividad física con los formales de la matemática. Así ocurre en el caso de la geometría.

La geometría podría ajustarse de una manera más correcta dentro del concepto hegeliano de la ciencia si subordinara sus procedimientos en conformidad al orden de la noción misma. Los procedimientos analíticos más comunes empleados en dicha ciencia son incapaces de reflejar la constitución conceptual de la figura. Para ello es necesario presuponer el todo desde el cual la construcción de los diferentes momentos necesarios a la hora de determinar cierta figura adquieren sentido y razón. Este punto de vista garantiza la interdeterminabilidad de los momentos. Tan sólo dentro de la visión del todo pueden los momentos encontrar razón a su articulación. En este caso el pensamiento no encuentra una construcción exterior; no encuentra un ejercicio de mero acomodamiento entre los momentos. Cuando se olvida la existencia del todo, el pensamiento encuentra una serie irracional de pasos dados. La aparición de los momentos es gratuita en el caso extremo. Cuando las diferentes partes no son enraizadas hacia el todo del cual son momentos inmanentes, no hay

manera de garantizar un método científico. La necesidad de los pasos en conformidad al todo de la noción es la que garantiza la presencia de una construcción científica. Es lo que ocurre con la utilización de las fuerzas en la explicación del movimiento de los cuerpos.

Resumiendo la crítica de Hegel al método de la filosofía experimental inglesa en su explicación de las fuerzas centrípeta y centrífuga, (fuerzas que intervienen en la constitución del movimiento de los cuerpos) se puede decir que el argumento de la crítica se basa en el hecho de que la filosofía experimental separa las fuerzas y no las considera en su elemento común o en su principio común, olvidando la mutua determinación de las mismas. Esta filosofía «atribuye la fuerza centrífuga a uno de los cuerpos, sin tener en cuenta el otro, el cuerpo central[39]». Se considera pues que, independientemente de la fuerza centrípeta ejercida por el cuerpo central, el otro cuerpo posee una fuerza centrífuga independiente de este otro factor. Las fuerzas son concebidas, de este modo, con el «carácter de opuestos contradictorios[40]». Lo que Hegel deduce a continuación es que si el carácter de oposición entre las fuerzas es de orden contradictorio, el resultado de tal oposición debería manifestarse, igualmente, en la línea recta de la dirección consecuente. Ahora bien, puesto que la trayectoria resultante no sigue la dirección de la línea recta sino de otra manera, («según un ángulo que corta la línea recta de su oposición[41]»). esto quiere decir que el carácter no se deriva de una oposición contradictoria entre las mismas sino que responde a otro fundamento más profundo, a un fenómeno común del cual ellas son los momentos diferenciados de esta identidad única[42].

De aquí se sigue el carácter puramente ideal o ficticio, y no real o físico de las fuerzas así presentadas. Tal y como son presentadas en el ámbito de la filosofía experimental, estas fuerzas sólo pueden establecerse como atributos de una manifestación puramente mecánica de las fuerzas, de manera que no responden al carácter «vivo» de las mismas[43]. La manifestación puramente mecánica de las fuerzas centrípeta y centrífuga las constituye, por tanto, en fuerzas que sólo pueden tener lugar en la consideración de los movimientos correspondientes a cuerpos materiales

muertos. El tratamiento matemático de las fuerzas rebaja, entonces, la materia a su nivel más abstracto. Pero en la realidad, es decir, donde se muestra la efectividad ontológica de los fenómenos físicos, precisamente porque son físicos, el concepto verdadero muestra desarrollos y procesos en los que la esfera de la mecánica ocupa, tan sólo, el primer momento en el pensamiento de los cuerpos. La crítica subyacente es la misma que en otros lugares de la *Disertación*: la matemática sólo puede aplicarse a este primer estadio de la organización de la materia, de donde se sigue, paralelamente, su parcialidad en la donación de un saber acerca de los fenómenos físicos. La vida sigue adelante dentro del cuerpo y del fenómeno; más allá de ese su estadio que es capaz de ser determinado exactamente por la matemática. Si la ciencia ha de limitarse a este dominio cabe decir que deja fuera de sí lo más interesante del fenómeno, lo que de verdad a la ciencia le interesa saber: la razón del fenómeno en su **totalidad**. Se podría, entonces, establecer una correspondencia directa entre las diferentes esferas conceptuales en las que se establece el concepto de los procesos naturales y las ciencias que se ocupan de su explicación.

2.5. *Fuerzas centrífuga y centrípeta. Presentación geométrica: la tangente y el polígono de infinitos lados. La dirección orbital y el péndulo. Presentación física: la honda, la bala de cañón y el perpetuum mobile*

Volviendo a la discusión en tomo al distinto tratamiento que de las fuerzas se efectúa según se trate de la filosofía o de la matemática, conviene ahora ilustrar con ejemplos concretos, los diferentes conceptos que la ciencia de la geometría y la física han elaborado.

El comentario en tomo a la cuestión de las fuerzas centrífuga y centrípeta es uno de los núcleos centrales en tomo a los cuales se desarrolla la *Disertación*. La argumentación recoge estos puntos:

1) Presentación geométrica de las fuerzas. Hegel critica esta presentación en dos momentos:

   a) La necesidad de una línea tangencial no exige una fuerza física tangencial.

b) Se recurre a la reducción del círculo a un polígono de infinitos lados.

2) Intento de representar físicamente la fuerza centrífuga. Hegel critica los dos ejemplos utilizados por Newton a tal efecto:

a) Ejemplo de la honda.
b) Ejemplo de la bala de cañón lanzada desde la cima de una montaña.
c) Perpetuum mobile.

1) Presentación geométrica

En su presentación geométrica, las fuerzas centrípeta y centrífuga aparecen como consecuencia (y no tienen otro origen) de la descomposición de la fuerza en líneas matemáticas. Según esta presentación,

> «se inscribe en un paralelogramo una porción de círculo infinitamente pequeña, de manera que ella forme la diagonal, y que las líneas de los lados sean, de una parte, la tangente y la cuerda, o el seno, que le son iguales en última razón, y por otra parte, el coseno y la secante que le es igual en la última razón; y a estas líneas se le asigna una realidad física, la tangente representando la fuerza centrífuga, y al coseno la eficacia centrípeta[44]».

El punto de la argumentación geométrica contiene, así mismo, el momento más delicado de la misma, pues aquí se abre uno de los campos de batalla más importantes de la crítica hegeliana para con los procedimientos matemático-geométricos. En efecto, la parte más importante en la demostración del movimiento circular se basa en la admisión de la posibilidad de considerar el círculo como un polígono de infinitos lados, de tal modo que una vez así procedido, la línea de la dirección de la trayectoria puede ser considerada como la diagonal del paralelogramo utilizado en la descomposición por medio de fuerzas contrarias. Que matemáticamente el procedimiento sea considerado exacto, riguroso y válido no conlleva el hecho de su justificación absoluta. Aún, incluso considerando el éxito empírico de tal procedimiento a la hora de determinar las trayectorias, el procedimiento matemático incurre en un salto intolerable para el concepto y para con la razón. Evidentemente, a ojos de Hegel, la «realidad de estas líneas no puede ser ofrecida por la geometría[45]». No es posible que en la

realidad física haya líneas infinitamente pequeñas. Además, ni de una suma infinita de magnitudes infinitesimales puede surgir una magnitud finita. Es decir, una magnitud que se refiere al reino de lo físico.

Lo más importante para las intenciones de este trabajo se ofrece, quizás, en el siguiente paso de la crítica hegeliana. Después de la crítica de la presentación geométrica, Hegel arremete contra los intentos de ofrecer una explicación filosófica acerca de la realidad física por parte de la

> «filosofía experimental, la que Newton o más bien la Inglaterra en todo tiempo, ha considerado como la mejor e incluso la sola y única filosofía[46]».

En el siguiente punto Hegel critica el uso de magnitudes infinitesimales en la determinación cuantitativa de las fuerzas. La argumentación resulta confusa. En las líneas que continúan, Hegel escribe sin ofrecer muchas explicaciones y sin desarrollar suficientemente el argumento empleado. Insistiendo en la vacuidad de la distinción de las fuerzas, retoma la crítica del uso de las magnitudes infinitesimales.

Según este uso o procedimiento, al utilizar

> «las primeras razones de cantidades que se generan y las últimas razones de cantidades evanescentes, pretendiendo que la relación del arco, del coseno y de la tangente fuera una relación de igualdad, si bien que estas líneas podrían ser tomadas la una por la otra. Porque la primera y la última razón es una relación de igualdad cuando es nula, cuando ya no hay lugar para el arco ni para el coseno ni para la tangente, ni para la diferencia de las fuerzas en cuestión. La fuerza centrífuga es pues solamente igual a la fuerza centrípeta cuando la cantidad de la una o de la otra expresa en realidad la cantidad del movimiento total, siendo entonces que la relación de las dos fuerzas, su diferencia, su nombre, incluso, devienen carentes de sentido[47]».

En el fondo de la crítica subyace lo siguiente: la pretendida relación de igualdad entre «el coseno» del arco y de la tangente sólo tiene lugar cuando ha desaparecido la relación misma. El pretender que magnitudes evanescentes midan la primera o última de las magnitudes en las que se forma la relación no es un acto legítimo, ni salva las exigencias conceptuales. Es decir, que la relación entre el coseno, la tangente y el arco

es de igualdad cuando ya no hay lugar para nombrar, en ese momento, ni arcos ni cosenos ni tangentes.

Otro de los puntos tocados por Hegel ahonda en el hecho de que Newton demuestra (para Hegel) que la fuerza centrípeta es igual a la fuerza de la gravedad, con lo cual se da la paradoja de que uno de los factores que interviene en la determinación de la fuerza total o resultante es igual a esa misma resultante. De donde se sigue que la consideración de la otra fuerza (la centrífuga en este caso) es indiferente y despreciable. Además, ambas fuerzas se diferencian en el hecho de que si una de ellas (la centrípeta) «está en razón inversa de las distancias, exige que la cantidad total de movimiento siga la misma relación[48]». Intentemos aclarar este pasaje dividido en varios puntos:

> —Newton ha demostrado la identidad entre la fuerza de gravedad y la fuerza centrípeta.
> —El fenómeno total del movimiento se determina por la relación fuerza centrípeta y el movimiento inercial (según Newton) o fuerza centrífuga (según Hegel).
> —La relación de la fuerza centrípeta está en relación inversa a la distancia.

Conclusiones a las que llega Hegel en su interpretación:

1) La fuerza centrífuga es la misma que la fuerza centrípeta, puesto que si las dos fuerzas determinan la dirección definitiva, y se dice que la fuerza centrípeta expresa en su magnitud la cantidad total de movimiento, ello sólo quiere decir que la fuerza centrífuga es nula o que, más bien, es interna a la centrípeta.
2) También la fuerza centrífuga está en relación inversa de la distancia. Ambas fuerzas son iguales luego para mantener la relación es necesario, también, que la fuerza centrífuga esté en relación inversa de la distancia.
3) Como la cohesión y unión de ambas fuerzas es inseparable, resta decir que la representación de la fuerza centrípeta debe efectuarse

> por medio no sólo del coseno sino también de la tangente. Lo mismo ocurre con la representación de la fuerza centrífuga[49].

Hegel se basa en algunos recursos de Newton empleados en la determinación de la cantidad de movimiento en las trayectorias circulares. Para ello supone que:

> «la cantidad total de las fuerzas opuestas no debe ser medida solamente por la acción efectiva de una de las fuerzas, sino también por el efecto que hubiera producido si la fuerza opuesta no lo hubiera impedido, y entonces será necesario añadir, en la estimación, a cada una de las dos lo que la otra ha tenido por efecto.»[50]

La dirección del movimiento total que resulta de la acción de ambas fuerzas viene expresada por la dirección que marca el coseno como por la dirección tangencial.

Resumiendo las intenciones de Hegel:

Puesto que es imposible separar las consideraciones de las magnitudes y direcciones de las fuerzas centrípeta y centrífuga, se muestra el carácter ilusorio de su oposición. En realidad, esta oposición es abstracta porque en una oposición de fuerzas contradictorias «la una disminuye cuando la otra aumenta[51]». Ahora bien, si como se ha visto,

«el coseno y la tangente aumentan y disminuyen simultáneamente. Comprendemos, pues, que es el fenómeno total el que es descrito y determinado completamente por una sola fuerza o por la otra sola, y que, además, estas dos fuerzas dependen de una tercera fuerza que es su verdadero principio e identidad, o, más bien, que ni la fuerza centrípeta ni la fuerza centrífuga son definidas; que el fenómeno no es construido gracias a estos dos factores, pero que se posee, de esta manera, el fenómeno del movimiento en su cantidad total[52]».

Siguiendo con el mismo interés en mostrar la ineficacia o insignificancia en la oposición de las fuerzas, Hegel trae a colación un nuevo ejemplo que muestra el absurdo de tal concepción. En referencia al

ejemplo de la órbita elíptica, Hegel señala la incapacidad de explicar las variaciones de velocidad en la misma si se utiliza para ello un concepto que opone irremediablemente ambas fuerzas. Pues, si por un lado, la relación entre la línea que representa el coseno y la tangente se mantiene a lo largo de toda la trayectoria, la velocidad varía según la posición en la trayectoria. En los puntos medios, no se observa, de hecho, que la relación entre la línea y la tangente se mantenga al igual que las velocidades, pero en el afelio y en el perihelio, mientras que se mantiene la misma relación, las velocidades varían. De donde» se explica habitualmente la variación de las velocidades por un cambio en el equilibrio de las fuerzas[53]».

Teniendo como marco de discusión el problema del movimiento, la visión hegeliana de estas fuerzas toma como punto de partida dos de las afirmaciones de Newton en sus *Principia*. La primera se refiere al ejemplo de la piedra en la honda:

«… la piedra que gira en una honda y se esfuerza por abandonar la mano que la mueve, tensa la honda por su esfuerzo y, una vez liberada, vuela.»[54]

La segunda contiene el ejemplo de la bola de plomo proyectada desde una montaña:

«…la bola de plomo que proyectada horizontalmente desde lo alto de una montaña por la fuerza de un cañón con una velocidad dada, prosigue su trayectoria en línea curva hasta una distancia de dos millas antes de caer en la tierra; y aumentando su velocidad podría, a voluntad, aumentar la distancia a la cual sería proyectada y disminuir la curvatura de su trayectoria, si bien caería a una distancia de diez, treinta o noventa grados, o incluso no caería en la Tierra sino que sería expulsada a los cielos y continuaría hasta el infinito en su movimiento de alejamiento[55]».

Es importante tener presente las citas en su literalidad, puesto que en el análisis hegeliano se pueden observar palabras, e incluso conceptos que no

aparecen en el texto de Newton. Conviene seguir al detalle, paso a paso, la crítica de Hegel.

Partiendo del último comentario acerca de la nulidad del principio de identidad para la comprensión efectiva del fenómeno del movimiento y del reposo, Hegel estudia el movimiento producido por el lanzamiento observando las siguientes irregularidades en el tratamiento que Newton ofrece en los *Principia* acerca del mismo.

Según Hegel, Newton no sólo separa el movimiento accidental y el esencial en este tipo de movimiento, sino que prescinde en su análisis de tener en cuenta el papel que desempeña en el fenómeno global el movimiento esencial de la caída «unido indisolublemente» (unzertrennlich verbunden) con su gravedad. Newton hace abstracción de este movimiento y establece la hipótesis de un movimiento únicamente accidental en el fenómeno del lanzamiento. Esta separación no sería grave si permaneciera como una necesidad **matemática** que requiriera el fenómeno para su explicación. En realidad, Hegel no discute la separación de los dos tipos de movimiento y su consideración aparte. Lo que Hegel no acepta, en todo caso, es la transposición de esta separación en términos físicos. Puede afirmarse la validez de tal procedimiento siempre que se mantenga en el dominio de la formalidad matemática. Ahora bien, en la esfera de la física, tal separación es inconcebible. No es posible concebir en la esfera física un movimiento que responda sólo al movimiento accidental que se imprime al cuerpo por medio del lanzamiento. Incluso el propio Newton, teniendo conciencia del posible abuso de su procedimiento, aclara, unas páginas más adelante, el alcance de su operación.

Según el texto aludido, parece excesiva la aclaración de Hegel. Es cierto que Newton alude a la hipótesis de un tal movimiento, pero constantemente recuerda que este fenómeno sólo es posible bajo la anulación de la fuerza centrípeta (que es la causa del movimiento llamado esencial en Hegel). Además Hegel comete el abuso de nombrar una fuerza contraria llamada centrífuga que sería la causante de que la piedra tendiera a alejarse de la mano. En cualquier caso, Newton no nombra, en este lugar, ningún tipo de

fuerza centrífuga. Tan sólo apela a la fuerza centrípeta como la causante de que la piedra se mantenga en la honda. Pretender que existe otra fuerza, centrífuga que hace tender la piedra fuera de la mano es algo que sólo Hegel deduce. En verdad, puede decirse que esta inferencia de Hegel tampoco es caprichosa y que puede derivarse, sin mucha violencia, de las ideas de Newton a este respecto[56]. La situación, entonces es la siguiente, para Newton.

En el lanzamiento, cabe **imaginar** un movimiento en el que no se tuviera en cuenta la fuerza centrípeta (causante, para Hegel del movimiento esencial de un cuerpo). Sin tener en cuenta esta fuerza, además de otros factores como el rozamiento, etc, el cuerpo «continuaría en línea recta con un movimiento uniforme[57]». La interpretación de Hegel es la siguiente.

> «Una tal separación del movimiento extrínseco respecto del esencial no pertenece a la experiencia ni al concepto, sino solamente a la reflexión abstractiva. Una cosa es (y necesaria) *distinguir* esos movimientos y dibujarlos matemáticamente como líneas separadas o como factores cuantitativamente separados, etc., y otra muy distinta considerarlos como existentes físicos sustantivos[58]».

Newton piensa que puede separarse (Trennung) y hacerse abstracción de la fuerza centrípeta, dejando que el cuerpo se mueva únicamente de forma accidental por medio de una causa exterior que lo provoca. Esta fuerza que proviene del exterior se comunica al cuerpo y es llamada por Hegel fuerza centrífuga. Todo este procedimiento provoca la ficción de fuerzas independientes entre sí. Provoca la abstracción y la proliferación de factores inexistentes en la verdadera realización del fenómeno. Aquí reside el punto central de la crítica de Hegel. A través de la obra de Newton, se realiza la definitiva formalización de los fenómenos naturales.

De talante parecido son las palabras hegelianas acerca del fenómeno de un «perpetuum mobile», imaginado por la ciencia de la mecánica, si el rozamiento pudiera ser evitado o eliminado. La mecánica imagina que sólo el rozamiento es capaz de conseguir que tal móvil pase al reposo. De la misma manera, se considera que el péndulo mantendría su movimiento indefinidamente si el rozamiento quedara descartado.

Para Hegel la razón es bien distinta. En primer lugar, destaca, de nuevo, el hecho de que tal imaginación no es, en definitiva, nada más que eso: una imaginación; y, como tal, una abstracción inaceptable para la consecución del verdadero concepto del fenómeno. Sin embargo, no reside aquí, el principal obstáculo que Hegel contrapone a tal imaginación. La razón verdadera por la que esta imaginación es considerada una abstracción, consiste en la relativización del papel que juega el rozamiento en el paso al reposo de un cuerpo:

> «El roce es un obstáculo, pero no es el impedimento *esencial* al movimiento extrínseco y accidental. Resta siempre que el movimiento finito está indisolublemente ligado a la gravedad…[59]».

El hecho fundamental de que el cuerpo finito mantenga la gravedad como su esencia íntima es el principal obstáculo para el movimiento extrínseco y accidental de los cuerpos.

Parece ser, que para Hegel, Newton intenta intercambiar el papel de la gravedad con el del rozamiento (Reibung), de tal modo que la tendencia del cuerpo hacia el punto medio del cuerpo central, pudiera ser suprimida con suprimir el rozamiento. Liberado del rozamiento, el cuerpo arrojado o lanzado, se separaría de la tendencia hacia el cuerpo central para proseguir en un movimiento uniforme de línea recta indefinidamente.

Estas palabras resultan incomprensibles si las contrastamos con el texto de los *Principia*. Nada hay en el texto que permita una tal interpretación. Parece, además, aunque esto pertenezca más a un terreno de especulación psicológica, que no se ve la razón del confrontamiento de Hegel para con Newton en estos terrenos. El párrafo que puede ilustrar esta mala interpretación de la palabras de Newton dice así:

> «Si no fuera por la gravedad, un proyectil no se desviaría hacia la Tierra, sino que continuaría en línea recta con un movimiento uniforme si se suprimiera la resistencia del aire[60]».

Se deriva de estas palabras que es, justamente, lo que Hegel precisa a Newton, lo que el propio Newton dice en su texto. En ningún momento se

relativiza la función de la gravedad sino que se señala el papel esencial que juega en el impedimento del perpetuum mobile. Lo único que Hegel podría criticar, en todo caso, es la pretensión de darle un sentido real a la imaginación de la posibilidad de tal movimiento.

Aunque en las páginas que siguen a continuación habrá que insistir en ello más de una vez, puede cerrarse el contenido del análisis de este parágrafo §266, subrayando que la crítica fundamental de Hegel a Newton consiste en la sencilla prohibición de trasladar a términos físicos lo que tiene, tan sólo un sentido matemático.

Unas líneas arriba, se ha indicado que el mismo Newton, previendo incluso esta crítica, relativiza el alcance de sus exposiciones. Al final de la exposición que concierne a la def. VIII, se puede leer:

> «El lector no debe imaginar que mediante estas palabras pretendo definir la especie o modo de las acciones, ni sus causas o razones físicas, ni que atribuyo fuerzas en un sentido físico y auténtico a centros (que son sólo puntos matemáticos) cuando aludo a centros dotados de capacidad atractiva[61]».

A pesar de esta aclaración de Newton (que Hegel refiere en una nota de la *Enciclopedia* §266), el filósofo alemán insiste en el hecho de que, en muchos casos, Newton no puede menos que recurrir a tales ilustraciones físicas. En este aspecto, es cierto que Hegel tiene razón en su imputación, pero es también probable que estas figuraciones físicas, de lo que no es más que una construcción matemática, adquirieran mayor uso y difusión en los seguidores de la obra de Newton que en su propia obra[62].

2.6. *La efectividad de las fuerzas centrífuga y centrípeta*

La efectividad de estas fuerzas ha de ser extraída desde la determinación de los movimientos de los cuerpos, el cual, a su vez, es determinado, a través del concepto de los cuerpos particulares. El concepto general indica que el concepto de cuerpo particular está fundamentado principalmente por dos determinaciones. Por un lado, el cuerpo tiene un centro en sí mismo, y con ello, una existencia independiente. Por otro lado, coloca su centro en

otro cuerpo. De esta doble determinación se sigue que el movimiento del cuerpo vuelve sobre sí mismo, es decir: es circular. La circularidad del movimiento del cuerpo particular sirve de fundamento para la determinación de las fuerzas centrípeta y centrífuga.

La representación del científico es totalmente contraria a la marcha del concepto. Por su lado, representa las fuerzas no sólo independientes entre sí, sino que las considera como fundamento del movimiento de los cuerpos. Esta falta de rigor en la deducción del concepto desvaloriza la capacidad de una disciplina científica como la mecánica empírica y experimental para devenir en modelo de cientificidad.

En el caso que nos ocupa, una consideración de las fuerzas como independientes, y extraídas (lo cual es esencial recordar) desde las necesidades de la determinación matemática, provoca la aparición de arbitrariedades en el concepto del movimiento de los cuerpos. Esta arbitrariedad es la siguiente:

El movimiento libre o uniformemente acelerado (y retardado) es explicado por medio de las fuerzas mencionadas. En el caso del movimiento planetario la explicación es sencilla: cuando el cuerpo o planeta se acerca al cuerpo central o sol, se considera que la fuerza centrífuga se hace cada vez más pequeña que la centrípeta, y, por el contrario, cuando el cuerpo se aleja del sol, la fuerza centrífuga aumenta en su magnitud con respecto a la centrípeta. Los puntos de máxima y mínima magnitud de las fuerzas coinciden con el afelio y perihelio. Esta explicación, en su trivialidad, no explica absolutamente nada, ni puede ser deducida desde la naturaleza de las fuerzas. En efecto, y en este sentido, la advertencia de Hegel es pertinente, el cambio de relación de magnitud de las fuerzas es inexplicable. ¿De qué manera una fuerza cuya magnitud va aumentando uniformemente, puede, en el máximo punto de su magnitud comenzar a descender? ¿Cómo, o por qué medio, la fuerza centrípeta, que es la que va aumentando gradualmente a medida que el cuerpo planetario se acerca al cuerpo central, comienza, en un punto a disminuir gradualmente? ¿Por qué, al contrario, el aumento progresivo de la fuerza centrípeta no

provoca, la anulación del movimiento y la «absorción» del cuerpo planetario en el cuerpo central? En el otro caso, el pertinente a la fuerza centrífuga, ¿por qué el aumento uniforme de su magnitud no provoca el alejamiento definitivo del cuerpo planetario del cuerpo central?

Todas estas interrogaciones se producen por el hecho de considerar estas fuerzas independientes. Pero el verdadero concepto del movimiento de los cuerpos, concepto basado en la determinación de las relaciones del tiempo y del espacio, así como en la constitución de los centros de materia, demuestra que el fenómeno es el resultado de un proceso en el que los momentos tienen legitimidad en la medida que no se pierde de vista la totalidad de la esfera bajo la que se desarrollan los contenidos estudiados por la mecánica. De lo contrario, se pierde el horizonte fundamental; es decir, se olvida la raíz común y originaria de los momentos, se olvida que en los fenómenos de la naturaleza, se vacía el contenido del espíritu absoluto, de lo inteligible o, sencillamente, de la racionalidad. De la premisa de que la naturaleza está gobernada por la razón, y que no consiste en un mundo caótico en cuyo seno sólo cabe la confección de puzzles o de colecciones de disciplinas sin lazo alguno más que el casual, puede deducirse la falta de rigor científico que subyace a la consideración independiente de las fuerzas.

> «Ese monstruo metafísico de una fuerza centrífuga y una fuerza centrípeta autónomas se presupone; y sobre tales ficciones del entendimiento resulta luego que no se puede ejercitar ninguna comprensión; no se puede preguntar cómo esa fuerza, siendo autónoma, tan pronto se hace más débil que la otra *desde sí*, cómo se hace luego más fuerte o permite que eso ocurra, suprime después otra vez su preponderancia o se la deja arrebatar. —Si se observa más detenidamente este crecimiento y disminución recíprocos, carentes en sí de fundamento, damos entonces con unos puntos, en la distancia media entre los ábsides, en los que las fuerzas están en *equilibrio*. La subsiguiente salida de este equilibrio de fuerzas es algo tan inmotivado como aquella repentina inversión. Fácilmente se ve que con explicaciones de tal suerte, el remedio a un inconveniente mediante otra determinación introduce una confusión mayor—**[63]**».

Dejando a un lado el comentario referido a las fuerzas, conviene destacar un punto. Toda esta construcción geométrica de líneas que luego se transforman en fuerzas, encuentran su lugar de origen fuera del fenómeno

en sí mismo. Es ontológicamente imposible que un fenómeno como el movimiento de los cuerpos planetarios encuentre su fundamento real en estas fuerzas. En este caso, la explicación no coincide con el fenómeno. Pero, precisamente, el procedimiento científico, la ciencia, en general, sólo encuentra su horizonte allá donde lo que ella descubre, construye y piensa, viene a mostrar el orden y la razón en la que se despliega, exclusivamente, la cosa misma.

La noción de las fuerzas, por el contrario no proviene de esta necesidad. Este intento de reducción a través de las fuerzas, llega, a su vez, a convertirse en un supuesto. ¿Desde dónde parte, o dónde se origina este supuesto? Aquí, evidentemente, es necesario recordar un hecho primordial a la hora de intentar entender qué es eso que llamamos ciencia. Todo trabajo científico, viene a ser la puesta en marcha de un plan. El acercamiento puro y sin mediación hasta el fenómeno no es posible. El concepto ontológico acerca del ser es el primer supuesto que condiciona la marcha posterior de la investigación. Además de este supuesto universal, actúan otros supuestos. Concretamente, en el caso de las fuerzas, su origen hay que situarlo en las «ficciones del intelecto.» El intelecto no dominado por la acción del concepto, provoca la aparición de representaciones e imaginaciones generales que encauzan, después, la orientación de la explicación. Bajo el verdadero principio general de la gravedad, los cuerpo se atraen entre sí. Para la explicación del movimiento que produce este fenómeno de atracción, el intelecto, dominado por la representación geométrica del espacio, inicia una construcción por medio de líneas que determinan la trayectoria y magnitud del movimiento. Después, como estas líneas sirven para la explicación geométrica del fenómeno son trasportadas, como fuerzas que actúan efectivamente, a la esfera física. Pero como las líneas geométricas que representan las fuerzas supuestas son independientes entre sí, esta independencia es, también, traducida en términos físicos. Lo que constituye un fenómeno, la manifestación de una fuerza, de una forma, queda reducido y desprovisto de su carácter vital; es decir, de su concepto[64]. Una vez, aceptado el supuesto, el resto de la construcción científica encuentra el marco dentro del cual se llevan a cabo las

operaciones destinadas a la determinación de los fenómenos. Lo verdaderamente importante para Hegel no es la discusión de los aspectos operativos concretos dentro de una disciplina sino el firme establecimiento de sus principios. Esta tarea solo puede ser llevada a cabo desde una consideración filosófica de la ciencia.

2.7. *La fuerza de gravedad*

Una vez que se ha profundizado en la crítica del tratamiento de las fuerzas centrípeta y centrífuga, Hegel subraya las dificultades que se encuentran a la hora de evaluar la gravedad en función de la asignación de cantidades o magnitudes a los movimientos. Para Hegel, se puede decir que la gravedad aumenta o disminuye según el punto de vista tomado. Así, cuando se mide la fuerza de gravedad en función de la velocidad, tal y como lo hace Newton en el comentario hegeliano, no queda más que deducir que la fuerza de gravedad disminuye si disminuye la velocidad del cuerpo atraído. Por el otro lado, si tenemos en cuenta la distancia a la cual se ejerce la fuerza, es evidente que a mayor distancia, mayor fuerza de gravedad es generada. Hablar, pues, de aumento o disminución de la fuerza de gravedad es siempre tener en cuenta los factores desde los cuales se ejerce la medición. Esta fuerza aparece, entonces, en relación inversa de la distancia si se toma en cuenta la velocidad y en relación directa de la distancia si se toma en cuenta solamente la misma distancia[65].

En realidad, y pesar de las ambigüedades en las que incurre Hegel en sus explicaciones, se puede obtener una idea que, extraída de ese contexto, contiene cierto interés: para Hegel, la gravedad es invariable. La fuerza de gravedad permanece inalterable desde el momento en que es puesta como totalidad o como un fenómeno único e indescomponible. Son los factores que intervienen en el fenómeno total los que varían.

> «Es necesario afirmar que la gravedad es una, que es constante, porque existe bajo la forma de dos factores, el espacio y el tiempo, o mejor, si se puede decir, el espacio en reposo y el espacio engendrado por el movimiento en el tiempo: si hay una diferencia o relación cuantitativa, concierne siempre a dos factores, donde el uno aumenta cuando el otro disminuye, y la sola relación o proporción que puede existir entre ellos es la de dos términos puestos en un término único que permanece constante; su identidad absoluta no puede variar, aumentar o disminuir[66]».

Al igual que en la determinación de la trayectoria de los movimientos la consideración de las fuerzas centrífuga y centrípeta como independientes entre sí, como opuestas contradictorias, impedía una clara intelección acerca de los verdaderos principios de tal movimiento, el tratamiento independiente de las velocidades y las distancias impiden llegar a concebir la gravedad como un fenómeno unitario.

El concepto de gravedad es el centro desde el cual cabe pensar la materia. La materia es en sí gravedad. La gravedad contiene en sí la repulsión y la atracción. Pensar las consecuencias de la gravedad en términos exclusivos de atracción es cometer un error (en el cual ha incurrido, por lo menos, la imaginación ordinaria del fenómeno de la gravedad) que contiene en sí, el error primordial del entendimiento científico: el mantenimiento separado de las determinaciones opuestas que encierra el pensamiento de todo concepto. La gravedad permite el paso al pensamiento de una materia individualizada. Esta individualidad es ideal. Se conforma alrededor de un mero punto ideal, un punto central (Mittelpunkt) en tomo al cual gira la construcción de la materia. La misma materia tiende hacia un centro. Las dos determinaciones esenciales de la materia son:

1) El tender hacia un centro. Esto es lo propio de la misma. Esta «propiedad» es la gravedad de la materia. Sólo la materia «grávida» o pesada es real. Esta realidad de la materia como gravedad es todavía abstracta. La individualidad de la materia grave es parcial, ideal porque la materia pensada de esta manera permanece en la esfera de la exterioridad para sí.

2) El centro cae fuera de ella (außer ihr fallenden). El pensar la materia como lo que tiene su centro fuera de sí, constituye el pensamiento más difícil, y esencial, a la hora de abordar su construcción. Todo aquello que posee su centro en sí es algo más o menos que materia. La materia no tiene un centro de gravedad en sí, lo tiene fuera. Precisamente por poner su centro fuera de si no hay que concebir este centro como algo material. El centro es puramente ideal. La materia es exterioridad pura. Incluso cuando llega el momento de la unidad para consigo, esta unidad es meramente negativa, exterior a sí misma. La falta de subjetividad real es lo que caracteriza la materia. Hablar de entidades individuales puramente materiales es abordar la materia abstractamente. En este punto Hegel escribe una frase que, si bien puede pasar desapercibida en una primera lectura, resulta iluminadora para situar el lugar exacto de la especulación. Según esta idea, hay que recordar (y ello resulta un desprecio tácito de la imaginación o de la facultad de representación) que, todavía en esta esfera, «la forma no es aún material» (die Form noch nicht materiell ist)**[67]**. Lo principal de la materia consiste en pensarla como lo que tiende a un centro y no como lo que lo posee en su interior. La posición de este centro surge cuando la materia se determina; es decir, cuando la materia deviene masa.

> «Donde está el centro viene determinado por la materia grave de la cual es centro; en tanto la materia es masa, está determinada y por consiguiente lo está también su tender, el cual es (un) poner (por ende determinado) del centro**[68]**».

Entonces, y solo entonces cabe determinar el lugar de este centro. El centro de gravedad resulta de esta determinación. Pero por ahora, la materia es una materia inerte.

2.8. *La mecánica absoluta. La gravedad*

En el inicio del parágrafo §269 de la *Enciclopedia*, Hegel reconoce, sin ambigüedades, la más alta verdad que encierra el concepto de gravedad desarrollado, principalmente, por Newton. Estas son sus palabras:

«La gravitación es el *concepto* verdadero y determinado de la corporeidad material que se ha *realizado* hasta (alcanzar) la *idea*. La

corporeidad *universal* se juzga (o divide) esencialmente en cuerpos *particulares*, y se reúne como conclusión en el momento de la *singularidad* o subjetividad en cuanto existencia que aparece (fenoménicamente) en el *movimiento,* la cual (corporeidad) por medio de él es inmediatamente un sistema de *varios cuerpos*[69]».

Una vez más puede comprobarse cual es la intención que se manifiesta en la crítica de Hegel de la mecánica newtoniana. No es el valor ni los procedimientos matemáticos empleados por Newton los que constituyen el blanco de sus comentarios sino la posterior pretensión (bien es cierto, más en la idea de los continuadores o divulgadores de la obra de Newton que en los propios trabajos de Newton) de identificar el trabajo matemático como la única explicación verdaderamente científica de los fenómenos, y la aplicación absoluta de dichos procedimientos a cualquier ámbito de estudio de la naturaleza.

Por otra parte, la aplicación abusiva de este concepto, resta su valor. Aplicado a los ámbitos más diversos pierde su valor específico y se convierte en una abstracción que poco a poco pierde su sentido.

Dos son los puntos concretos sobre los que gira su crítica a este respecto:

1) El concepto de gravedad ha sido aplicado abusivamente dentro de las disciplinas más dispares y utilizado como concepto comodín que sirva para explicar cualquier fenómeno:

> «…la gravitación universal es de suyo un concepto profundo, aunque la atención y el crédito los haya conseguido, sobre todo, por la determinación cuantitativa que acompaña a este pensamiento, y a pesar de que haya sido legitimado basándose en la *experiencia* observada en el sistema solar y descendiendo desde ahí hasta el fenómeno de la capilaridad. De este modo, el pensamiento de la gravitación universal, captado en la esfera de la reflexión, tiene solamente el significado de la abstracción en general, y más en concreto tiene el significado de la *gravedad* sólo bajo la determinación cuantitativa de la caída, pero no (tiene) aquel significado de la idea desarrollada en su realidad que hemos expuesto en el § anterior[70]».

Si la gravedad resulta el concepto más alto bajo el que cabe pensar el fenómeno natural, cabe decir que la mayor parte de las esferas o dominios que constituyen un fenómeno queda condenada al desconocimiento por parte de la ciencia.

La tentación de explicarlo todo por medio del concepto de gravedad, provocada por el éxito en ciertos ámbitos (el de la astronomía principalmente) constituye un peligro al cual hace frente la filosofía de la naturaleza de Hegel. La reducción y limitación de los terrenos propios a los procedimientos matemáticos empleados en la determinación de los fenómenos naturales constituye el objetivo de principal de su crítica a Newton.

2) Como ilustración de esta tentación absoluta, Hegel menciona el tratamiento inadecuado del fenómeno de la gravitación por medio de las fuerzas centrífuga y centrípeta. Puede recordarse que, para Hegel, estas fuerzas aparecen como consecuencia de las necesidades del análisis matemático-geométrico. Pero este análisis, subordinándose al principio de identidad que gobierna la reflexión del entendimiento, provoca la descomposición del fenómeno único en fuerzas independientes que actúan sobre el cuerpo determinando su movimiento. Para Hegel, el concepto de gravedad encierra dos momentos fundamentales:

a) Momento del ser por sí. En este momento, el cuerpo, aislado en su ser inmediato, se muestra indiferente para con cualquier relación que lo liga en un sistema con otros cuerpos. Es el momento de la inmediatez.
b) Momento de la continuidad. Este momento niega el anterior. Niega la independencia del cuerpo y lo integra en la verdad de su relación con el resto de los cuerpos que forman el sistema del cual forma parte. En este momento el cuerpo se reconoce como una serie de relaciones que donan su identidad, la cual sólo adquiere verdadera efectividad dentro de esta serie.

Pues bien, estos dos momentos que se encierran en el concepto de gravedad quedan traducidos, inadecuadamente, en fuerzas independientes.

Estas fuerzas son la centrípeta y la centrífuga que actúan sobre un tercero que es el cuerpo. Por medio de esta descomposición, la verdad del fenómeno es puesta en los momentos exteriores. La verdad reside en la existencia separada de estas fuerzas. No sólo eso, sino que, además, pueden considerarse ajenas al cuerpo, al cual se aplican desde fuera. Una sería la fuerza engendrada por el cuerpo que ejerce la atracción y sobre el cual gravita (fuerza centrípeta); la otra correspondería a la fuerza impresa (desde fuera) al cuerpo provocando su movimiento inercial. La conjugación externa de estas fuerza sobre el cuerpo produce la determinación cuantitativa del fenómeno de la gravedad:

> «Estos momentos del concepto, en cuanto fuerzas particulares, correspondientes a las fuerzas de atracción y repulsión, sufren la fatalidad de ser captadas, en una determinación más concreta, como fuerza *centrípeta* y *centrífuga* que como lo hace la gravedad, *actúan sobre los cuerpos* de manera completamente independiente una de otra y han de entrar contingentemente en colisión en un tercero, o sea, en el cuerpo. Así se anula de nuevo lo que sería más profundo en el pensamiento de la gravedad universal…»[71].

La verdadera **idea** de la gravedad no se muestra por medio del tratamiento matemático-geométrico del problema. Se muestra en el concepto que contiene el silogismo que desarrolla todo el contenido de la misma. Atendiendo a este silogismo puede llegarse a la identidad del concepto con sus momentos; es decir, a la identidad de la esfera ideal con la esfera de los momentos de la existencia exterior. La necesaria formación del sistema de los cuerpos es mostrada a través de su concepto. Pensando en las necesidades racionales de formación se llega a ofrecer un concepto que, sin recurso a contenidos traídos de la reflexión exterior o de los datos de la empírea, es capaz de dar cuenta y otorgar un fundamento sólido a la generación del universo físico en esta esfera de la mecánica[72].

Según este silogismo, la idea de la gravedad se desarrolla en tres momentos diferentes:

> «1) centro *universal* de la abstracta referencia a sí. 2) *Singularidad inmediata* que está-siendo-afuera-de-sí carente de centro. 3) Y los (cuerpos) *particulares* son aquellos que tanto están en la determinación del ser-afuera-de-sí como la del ser-dentro-de-sí, son de suyo centros y se refieren al primero como a su unidad esencial[73]».

Ejemplos del primer grupo son el sol y las estrellas. Las lunas y los cuerpos cometarios forman parte del segundo grupo. Por fin, los planetas se constituyen en el término medio del silogismo.

3. Leyes del movimiento. Ley de la caída de los cuerpos. Kepler y Newton

3.1. *Comparación entre Kepler y Newton. Leyes de Kepler*

Dejando a un lado las razones de orden afectivo o sentimental, la razón por la cual Kepler es admirado frente a Newton, a quien se le rebaja gran parte del mérito de su trabajo, reside sencillamente, según Hegel, en que:

> «Kepler había descubierto las leyes por las cuales los planetas circulan en sus órbitas, mientras que se dice que Newton habría demostrado estas mismas leyes por razones no ya físicas, sino geométricas, y que obrando así habría, nada menos, que incorporado la Astronomía a la Física[74]».

Pero este hecho, tan decisivo para la historia de la ciencia como es la elaboración newtoniana de las llamadas tres leyes de Kepler, queda sin valor para Hegel por la sencilla razón de que una traducción geométrica de unas leyes físicas nunca puede traducir la verdadera esencia de la ley.[75].

A continuación, Hegel pasa a tratar con mayor detalle la crítica que efectuará a los procedimientos y pretensiones científicas de Newton.

Es cierto que en esta crítica, Hegel muestra una actitud hostil casi incomprensible hacia la obra newtoniana. La única explicación posible reside en que Hegel contempló, certeramente, la obra de Newton como la obra decisiva sobre la que se iba a construir un modelo de proceder científico; un proceder que, otorgando la primacía absoluta a los procedimientos matemático-geométricos ofrecía igualmente una primacía a la consideración puramente formal, y por tanto, externa de los fenómenos naturales. Lo que Hegel vio en la obra de Newton fue la consumación de un destino científico completamente alejado de su concepto filosófico de la ciencia. El concepto newtoniano separaba definitivamente la filosofía de la

ciencia en perjuicio de la primera para con la primacía del discurso científico.

Solo bajo esta perspectiva se puede entender el ataque continuo de Hegel a la filosofía experimental inglesa en general y a Newton en particular.

De la misma manera hay que entender la relativización que Hegel efectúa en el concepto newtoniano de fuerza de gravedad en la física[76].

Es bien sabido que en esta comparación la figura de Kepler sale beneficiada. Varias razones se aducen para ello.

En primer lugar, Kepler fue alemán y más concretamente suabo; es decir, de la misma región que Hegel; estudiante, incluso, en el mismo Seminario en el que tanto Hegel como Schelling u Hölderlin cursaron sus primeros estudios: el Seminario de Tübingen[77].

Pero, sobre todo, Kepler, a ojos de Hegel, rehusó el transformar sus descubrimientos (condensados en las llamadas tres leyes de Kepler) confundir el tratamiento físico con el tratamiento matemático, limitándose a formular las regularidades matemáticas observadas[78].

Por un lado, Kepler ha reconocido antes que Newton «que la gravedad es una cualidad común de los cuerpos» siendo la causa de fenómenos como la atracción de la luna y del flujo y reflujo de las mareas. Por otra parte,

«…hubiera podido aceptar soportar la confusión, que como veremos, proviene de la posición de la fuerza de la gravedad, la fuerza centrípeta y la fuerza centrífuga, habría podido fácilmente revestir bajo una apariencia física la expresión pura y matemática de las leyes que él había descubierto[79]».

Primera diferencia con respecto a Newton y a favor de Kepler, ya que éste no ha confundido los dominios de la física y de la matemática. En el

edificio creado por Newton para deducir estas tres leyes es difícil, para Hegel, «distinguir lo que es propio a la física y lo que es un aporte real para ella[80]». Para ilustrar esta afirmación Hegel comenta una de las tres leyes de Kepler. En este comentario, así como en otros referentes a las leyes y su transformación e interiorización por parte de Newton, Hegel comete varias inexactitudes que han sido observadas por ciertos comentadores[81].

No es el propósito de este trabajo analizar minuciosamente las críticas efectuadas a Newton en su comparación con Kepler pues para ello seria necesario efectuar un trabajo aparte. Tan sólo se indicarán las líneas generales por donde se desarrolla la crítica, entresacando de ahí las conclusiones pertinentes a los objetivos de este trabajo.

La 1.ª de las leyes de Kepler enuncia que:

> «las áreas medidas por los radios vectores del cuerpo en movimiento curvilíneo son proporcionales a los tiempos[82]».

Según Hegel, Kepler podría haber transformado esta ley para darle una apariencia física actuando del siguiente modo[83]:

> «…la gravedad se ejerce en razón de los arcos que se relacionan a sectores iguales; y puesto que la gravedad se ejerce en razón de los arcos que se relacionan a sectores; y puesto que las áreas totales de los círculos *A* y *a* son como los cuadrados de los radios 1/A : 1/a será como $r^2 : R^2$ luego, puesto que 1/A y 1/a expresan la magnitud y, si se prefiere, la fuerza de gravedad o centrípeta, él (Kepler) hubiera podido decir que la fuerza de gravedad o centrípeta es en razón inversa de los radios o distancias[84]».

A continuación, Hegel presenta la demostración que Newton pretende efectuar de la ley de Kepler:

> «las áreas que describen cuerpos en movimiento rectilíneo por los radios llevados a un centro inmóvil de fuerzas, son proporcionales a los tiempos».

Hegel añade este comentario:

«A quien quiera ver aquí una verdadera demostración no le faltarán motivos de incredulidad; porque esta demostración tiene por resultado que los arcos, igual que las áreas, son proporcionales a los tiempos; mientras que faltaba llegar a probar que las áreas solas, no los arcos son proporcionales a los tiempos[85]».

Para el propósito de este trabajo, la aceptación de los errores de interpretación de Hegel no es definitivamente esencial. Queda en pie, todavía, la posible legitimidad de su pretensión, pretensión por la cual la matemática no puede substituir a la filosofía en la explicación de los primeros principios de la física[86].

3.2. *La caída de los cuerpos. Leyes de Kepler*

Ya en el *De Orbitis*. Hegel pretende explicar el fenómeno de la caída de los cuerpos y la ley de las áreas de Kepler. No encontramos, en este lugar, algún ejemplo de la escasamente encontrada claridad en los textos hegelianos. Recreando desde el concepto el fenómeno de la caída de los cuerpos, Hegel observa, razonablemente, que si el cuadrado expresa la culminación en el desarrollo de la idea del plano, el cubo, por su lado, expresa, a su vez, el producto del desarrollo del cuadrado, siendo así representante de la primera figura bajo la cual se reviste la naturaleza naturada, es decir: los cuerpos naturales.

La explicación parte de las relaciones que mantienen entre sí los cuerpos en su momento más inmediato. La pura relación subjetiva entre los cuerpos queda de manifiesto en la línea. La línea es la representación más inmediata de esta relación. Pero esta relación es completamente extrínseca, venida y puesta desde fuera a los cuerpos. En este caso, los cuerpos permanecen indiferentes a la línea que, al igual que las auxiliares geométricas, pueden ser trazadas entre ellos. La auténtica relación entre los cuerpos se establece en un segundo momento. En este momento los cuerpos,

«suprimen esta diferencia para constituir un cuerpo único cayendo uno sobre el otro, transformando entonces la línea en cuadrado. Por consiguiente, la ley de la caída es la relación del cuadrado de la distancia, o de la línea cambiada en cuadrado[87]».

La supresión de la diferencia es la supresión de la línea que mantiene los cuerpos relacionados extrínsecamente entre sí. Esta supresión de la línea debe desembocar en su cuadrado. La ley que expresa esa supresión de la diferencia entre los cuerpos ha de encontrar, por lo tanto, la relación entre el cuadrado y la distancia. Esta es, en efecto, la relación que establece la ley de la caída de los cuerpos cuando esta caída no puede ser concebida más que como la supresión de esa diferencia indiferente en la que se mantienen, en un primer momento, los cuerpos.

De todas formas, no toda supresión de la línea que marca la diferencia lleva consigo la «constitución de un cuerpo único» sino que la diferencia puede seguir siendo mantenida entre los cuerpos[88].

Cuando los cuerpos mantienen su diferencia a pesar de haber suprimido su relación subjetiva, el resultado ofrecido es el movimiento circular a la vez que la presencia y eficacia del tiempo y del espacio. Espacio y tiempo no son suprimidos en esta modalidad de superación de la relación subjetiva de los cuerpos. El tiempo mantenido en la diferencia para con el espacio constituye el tiempo periódico, mientras que el espacio representa la distancia.

La ley de la áreas de Kepler es extraída desde este lugar por Hegel:

> «Así, pues, es necesario poner en relación el tiempo periódico con el espacio que recorre el cuerpo, y que forma un ángulo con el espacio de la distancia; y esta síntesis, que constituye la cantidad de movimiento es el cuadrado mismo. Se distinguen, pues, dos elementos en lo que se denomina la materia del movimiento, y que expresa la relación total de los dos cuerpos en movimiento, el uno alrededor del otro; a saber, la línea de la distancia y el cuadrado del movimiento. También la cantidad del todo, compuesto con estos elementos, será el cubo o el cuerpo. Y puesto que la gravedad es siempre una y constante, el cubo será el mismo en todos los casos, lo mismo para todos los planetas, si es de ellos de quien hablamos. Así se obtiene fácilmente la célebre ley de Kepler[89]».

Tal vez lo más reseñable de estos párrafos es la búsqueda de una concordancia, no siempre fácil, entre la evolución del concepto y las leyes y determinaciones extraídas por las disciplinas científicas, las cuales, mediante una mezcla, algunas veces descuidada, de observaciones

empíricas y deducciones y construcciones matemático-geométricas, ofrecen las magnitudes que miden los fenómenos[90]. El integrar las leyes científicas dentro del desarrollo filosófico de los conceptos en juego constituye el centro alrededor del cual se eleva todo el edificio de la crítica hegeliana para con la ciencia de su época.

Bien es verdad, que en este primerizo trabajo que constituye la *Disertación* de 1801, la consecución de este objetivo está lejos de ser satisfactoria. La inclusión de conceptos no muy contrastados y extraídos, en gran parte, de la jerga empleada por los filósofos de la naturaleza de su tiempo, no contribuye al éxito de la empresa[91].

Lo que no ofrece duda es la confianza, que Hegel mantuvo a lo largo de toda su vida, en la legitimidad de la tarea. Más que legitimidad, las indicaciones de Hegel apuntan siempre hacia esta necesidad ineludible de pensar la tarea de la ciencia conformada al concepto filosófico, es decir, al de las cosas mismas.

Esta idea podría servir para comprender la separación entre la mecánica terrestre y la celeste efectuada por Hegel, concepto que se enfrenta a los avances científicos producidos desde Galileo hasta Newton.

Acerca del «cuerpo» del sistema solar, Hegel dice:

> «Es un cuerpo, pues, no real sino ideal, es decir, un cuadrado que es producido por el movimiento curvilíneo. Así, el cuerpo que su línea reviste no es otra cosa que el espacio abarcado por los cuerpos que circulan sobre su órbita. Luego, si queremos definir el movimiento circular por su opuesto, diremos que es un cuerpo suprimido, o la reducción del cuerpo o del cubo por el cuadrado, y expresaremos por medio de este concepto la sublime ley de Kepler[22]».

Por medio de esta otra ley de Kepler, «la proporción es constante entre el cuadrado del tiempo de revolución y el cubo de los ejes grandes de la elipse. Escribiendo esto bajo la forma A^3/T^2 se obtiene, según Hegel, el cubo “reducido” por el cuadrado.»[93]

Una vez extraída la ley con sus explicaciones correspondientes, Hegel se enfrenta, por último, al momento más delicado (no por ello más importante) de la *Disertación* cual es la de determinar, mediante una deducción filosófica, los valores cuantitativos de un problema concreto planteado a la astronomía de su tiempo. Con ello, Hegel cierra el círculo que debe constituir toda la actividad científica.

Antes, hay que señalar las consideraciones pertinentes que acompañan la deducción de la última ley de Kepler.

Una vez explicado el funcionamiento en la formación del movimiento planetario, se puede manifestar que la reducción del cuerpo o cubo al cuadrado es una constante en el movimiento y las relaciones que los cuerpos mantienen entre sí. En este caso, el «cuerpo» lo constituye el espacio comprendido por los cuerpos que circulan; cuerpo del cual se reviste la línea de la órbita, y para que la órbita elíptica que efectúan los cuerpos en su movimiento planetario quede fundada, hay que tener en cuenta lo siguiente: si se tuviera solamente en cuenta la acción mecánica de las fuerzas centrípeta y centrífuga, sin considerar, a la vez, la tendencia unificadora de la naturaleza, no podría determinarse sin arbitrariedad, el diámetro de la órbita; es decir, la línea de cohesión, con sus puntos culminantes, ya que en el movimiento simplemente circular que resultaría de esta acción mecánica de las fuerzas no se dan puntos culminantes o polos de oposición dentro de la línea de cohesión.

La figura elíptica de las órbitas resulta, para Hegel, como consecuencia de la acción reunificadora de la naturaleza, que supera así la esfera de la mecánica que ofrece sólo la figura del círculo mediante la simple combinación de las fuerzas centrífuga y centrípeta. Y, aunque en la órbita elíptica la misma línea de cohesión «se suprime para pasar al movimiento», su fuerza no se pierde, sin embargo, «en la indiferencia de todos los diámetros del círculo formal[94]». El afelio y el perihelio constituyen los polos de la oposición de la línea de cohesión revelada ahora con el eje de las órbitas.

3.3. *El movimiento de caída*

Continuando con la deducción conceptual de los principios de la mecánica, Hegel trata, en el parágrafo §267 de la *Enciclopedia*, acerca del movimiento de los cuerpos bajo la figura o fenómeno de la caída (Der Fall). Lo que en este fenómeno se desarrolla conviene al movimiento uniformemente acelerado. Habiendo deducido anteriormente su concepto, se trata, ahora, de comprobar en qué términos físico-matemáticos queda traducido el mismo.

Antes de efectuar la comprobación, Hegel recuerda que la definición que conviene a este fenómeno, ha de tener en cuenta dos cosas. La primera es que, por vez primera, el movimiento que corresponde a los cuerpos adquiere una conformidad al concepto, y, con ello, una libertad de la cual carece el movimiento exterior y accidental en forma de choque. La segunda reduce el alcance de esta consecución. Si bien el movimiento es libre, lo es de una forma abstracta y relativa, porque es la primera negación de la exterioridad y no ha conquistado todavía para sí la independencia sino que se halla, también, de cierta manera condicionado.

La interpretación hegeliana de la deducción que efectúa la mecánica acerca de este fenómeno, se inicia en estos términos.

> «Las leyes del movimiento atañen a la magnitud y precisamente, de modo esencial, a la magnitud del tiempo transcurrido y del espacio recorrido; se trata de descubrimientos, imperecederos que constituyen el máximo honor del análisis del entendimiento. Otra cosa es, sin embargo, la *demostración* no empírica de esos descubrimientos, y también ésta ha sido proporcionada por la mecánica matemática, de modo que ni (tan siquiera) la ciencia basada en lo empírico se contenta con el mero *mostrar* empírico».[95]

La manera en que la mecánica se enfrenta al fenómeno de la caída y del movimiento que le corresponde es, a juicio de Hegel, la siguiente:

«El supuesto para esta prueba *a priori* es que la velocidad de la caída es uniformemente acelerada; la prueba consiste en transformar los *momentos* de la fórmula *matemática* en fuerzas *físicas*, a saber, en una fuerza acelerante que en cada momento del tiempo ejerce un mismo impulso y en una fuerza de la *inercia* que mantiene la velocidad (mayor) conseguida en cada momento del tiempo; estas determinaciones carecen de toda acreditación empírica, del mismo modo que el concepto no tiene nada que ver con ellas[96]».

La formulación matemática del movimiento de caída queda descompuesto, en su necesaria traducción en términos físicos en dos fuerzas llamadas, una aceleratriz (beschleunigende) y la otra de inercia (Trägheit). Por medio de la fuerza aceleratriz se intenta explicar la necesidad por la cual, en cada uno de los momentos de los que se compone un movimiento uniformemente acelerado, se da ese impulso que corresponde a la aceleración constante. Por medio de la fuerza de inercia se trata de explicar la conservación necesaria, para cada instante del tiempo del movimiento, de la velocidad (cada vez mayor, größere) adquirida por el cuerpo que cae. Tanto la constancia del impulso (Impuls), como la conservación de la velocidad adquirida en cada momento son presupuestos, como dice Hegel, en la demostración *a priori*.

La descomposición, analítica, de un fenómeno único, en elementos independientes, es un recurso de la reflexión del entendimiento. Que este recurso sea necesario, útil y exitoso para el andar de la ciencia, es algo que no puede ser puesto en tela de juicio. Que por esta misma descomposición, el fenómeno contemplado desaparece de nuestra vista en su unidad efectiva, es, también, algo que no puede ser dudado. La superación de esta contradicción por medio de un análisis filosófico es la tarea de Hegel.

Tal y como, en la perspectiva hegeliana podría adelantarse, esta descomposición del fenómeno único en fuerzas independientes, provoca un alejamiento del orden del concepto:

«De manera más precisa, la determinación cuantitativa que contiene aquí una relación expresada con una potencia, se lleva a la forma de una *suma* de dos elementos independientes entre sí, y con ello se mata la determinación cualitativa dependiente del concepto[97]».

Intentando explicar cuantitativamente el fenómeno de la caída, la demostración matemática provoca la aparición de determinaciones ficticias[98].

En primer lugar, y dentro de la explicación física del fenómeno, la división que se efectúa en dos tipos de fuerza no responde más que a las necesidades de la visión del entendimiento. Pero ni el concepto, ni la propia experiencia requieren dicha necesidad. Esto se prueba mostrando el hecho de que las determinaciones que se aplican a estas dos fuerzas pueden ser intercambiables. Así, Hegel muestra (en la nota al pie de página correspondiente al parágrafo §267) que los efectos de la llamada fuerza aceleratriz corresponden, en realidad, a una fuerza constante, puesto que el efecto ha de ser el mismo en cada uno de los tiempos considerados. En cada uno de los tiempos de la caída, la fuerza que la provoca es la misma (recordando que se habla de un movimiento uniformemente acelerado). No es, por tanto, una fuerza que va uniformemente acelerando, puesto que siempre es la misma. Lo que ocurre es que esta fuerza constante, se aplica a instantes que, comparados con el anterior, ofrecen una velocidad aumentada en una unidad superior[99]. Por el contrario, es la llamada fuerza de inercia la que va aumentando uniformemente en función del tiempo. Cada instante del movimiento, que sin la influencia de la fuerza aceleratriz, debería ser constante, marca una velocidad superior al instante anterior. Con esta confusión del análisis del fenómeno, por parte de la mecánica matemática, Hegel pretende llamar la atención sobre el hecho de que una análisis estrictamente cuantitativo del mismo, no llega a establecer la esencia de la especificidad del mismo, y sólo sirve para confundir y ocultar su verdadera construcción. Esta descomposición de un fenómeno único en fuerzas ficticias e **independientes** es el producto de los esfuerzos del entendimiento para su comprensión. Pero la esencia del movimiento uniformemente acelerado que corresponde a la caída, se especifica mediante determinaciones de orden cualitativo. Cuantitativamente hablando, las determinaciones ofrecidas sirven igual para la explicación de este que de otro cualquier tipo de movimiento. Las diferencias entre estos movimientos son una cuestión de más o menos, y las diferencias mismas permanecen

indiferentes y exteriores. La diferencia que va del movimiento uniforme al uniformemente acelerado, explicada en términos cuantitativos es una cuestión que no explica la diferencia específica que los separa. El análisis matemático intenta mostrar el **cómo** del fenómeno mediante una construcción abstracta que no puede alcanzar la razón o el concepto de lo específico del movimiento dado. La tarea de Hegel, a lo largo de la *Enciclopedia* es precisamente la de mostrar el **porqué** del fenómeno, tarea que sólo un análisis filosófico puede desempeñar.

En segundo lugar, la formulación simbólico-matemática del fenómeno puede contener (y de hecho, la contiene), una ambigüedad a través de la cual pueden explicarse dos tipos diferentes de movimiento. La proposición que se deduce de la ley de la caída de los cuerpos según la cual las velocidades son proporcionales a los tiempos en el movimiento uniformemente acelerado no es más que la definición de dicho movimiento. Los pasos desde los cuales se extrae esta definición son los siguientes:

—En el movimiento simplemente uniforme, los espacios recorridos son proporcionales a los tiempos: s/t.

—En el movimiento acelerado, la velocidad es siempre mayor en cada una de las sucesivas partes del tiempo.

—En el movimiento uniformemente acelerado las velocidades son proporcionales a los tiempos: v/t; o sea, s/t^2 (puesto que v = s/t[100]).

¿En qué consiste, pues, la ambigüedad anteriormente referida? Consiste, principalmente, en el tratamiento del concepto de velocidad. La velocidad es considerada, a la vez, como puramente abstracta o indeterminada y como uniforme[101]. Para lograr la demostración del movimiento de la caída, o uniformemente acelerado, es necesario concebir la velocidad de manera uniforme: s/t para pasar desde ahí al uniformemente acelerado: s/t^2. Sin embargo v se expresa de igual modo como velocidad en general (sin especificar el tipo de movimiento) y como uniforme: s/t[102].

¿Por qué esta insistencia de Hegel en un punto del todo irrelevante para el quehacer matemático? La respuesta viene de un hecho evidente. La construcción matemática no especifica, no distingue diferencias cualitativas en los diferentes tipos de movimiento. Por el contrario, para Hegel, los movimientos diferentes, expresan diferentes esferas de contemplación de los cuerpos. El movimiento simplemente uniforme, corresponde a una relación exterior y accidental entre los cuerpos. Es decir, a una falta de relación entre los mismos. Por el contrario, el movimiento uniformemente acelerado expresa un movimiento cualitativamente diferente debido a la existencia de una primera relación entre los cuerpos.

Estas diferentes esferas son descuidadas en la demostración matemática de la ley de la caída y en su expresión del movimiento uniformemente acelerado.

Según la explicación filosófica del fenómeno de la caída, espacio y tiempo han superado su mutua indiferencia y exterioridad. Por medio de la caída de los cuerpos, espacio y tiempo quedan conectados y, sobre todo, implicados en su mutua determinación.

Esta diferencia de relación entre tiempo y espacio, según se vean contemplados en las dos esferas hasta aquí estudiadas, tiene que traducirse en el movimiento que los pone y ordena en el concepto:

> «La forma de la exterioridad mutua del espacio, en cuanto opuesta a la forma del tiempo o de la unidad, y sin que se mezcle ninguna otra determinidad, es el *cuadrado*, es decir, la *magnitud que llega a estar fuera de sí*, que se pone en una segunda dimensión, y se aumenta de esta manera, pero con arreglo a *ninguna otra determinidad que no sea la suya propia*, (o dicho de otro modo), con arreglo a este extenderse que se convierte en límite para sí mismo y que en su hacerse otro sólo se refiere de este modo a sí mismo**[103]**».

Según esta diferencia, en el movimiento de caída, el espacio adquiere una nueva forma, la forma del cuadrado. Pasando de la figura abstracta e indeterminada de la línea como representación del movimiento puramente uniforme, el espacio desarrollado bajo su propia determinación deviene cuadrado.

Este momento es el momento en el que la magnitud, exterior a sí, pasa fuera de sí pero según su propia determinación. Sin nada que desde fuera la determine, poniéndose a sí misma para su superación, la magnitud adquiere la nueva forma del cuadrado. Por medio de este nuevo paso, en el que la magnitud se pone a sí misma, Hegel puede aducir la idea de que en el fenómeno de la caída, puede hallarse la primera manifestación de un movimiento relativamente libre, de un movimiento en el que sus factores se implican mutuamente y se «necesitan» unos a otros en el cumplimiento de su exacta determinación. Esta mutua dependencia se puede hallar inscrita ya en el movimiento puramente uniforme o inercial, pero esta inscripción es subyacente e implícita y de ningún modo explicada y desarrollada. Precisamente, el desarrollo de esta determinación implícita provoca un proceso de superación que llega a desembocar en una nueva esfera de fenómenos; en este caso, al fenómeno de la caída.

Lo fundamental en la explicación filosófica consiste en mostrar el concepto según el cual varía la relación de los factores del movimiento (espacio y tiempo). Mientras que en el fenómeno del movimiento uniforme, espacio y tiempo se mantienen sin relación, colocados uno frente al otro, en el movimiento uniformemente acelerado se relacionan por vez primera en su autodeterminación, y en lo que se refiere a uno de los dos factores, el del espacio, concretamente (por ser el momento de la exterioridad y primero que se desarrolla), se llega a la autodeterminación por medio de un pasar de sí desde sí, en el cual pasaje, el único límite determinativo viene puesto libremente por la dimensión que representa al factor. Este paso a la autodeterminación se desarrolla bajo la figura del cuadrado.

> «La relación expresada por una *potencia* es esencialmente una relación cualitativa y es la única relación que compete al concepto.— Hay que añadir todavía, en relación con lo que va a seguir, que siendo así que la caída contiene todavía conjuntamente un cierto condicionamiento dentro de la libertad, el tiempo sigue siendo solamente unidad abstracta en cuanto número inmediato, del mismo modo que la determinación cuantitativa del espacio sólo alcanza la segunda dimensión**[104]**».

Este párrafo contiene una de las ideas características del pensamiento hegeliano acerca del carácter bajo el que se despliega la deducción de los

conceptos principales de la matemática y de la física. Esta idea se refiere al carácter necesariamente cualitativo que adquiere el pensamiento del paso que se adelanta desde el movimiento uniforme al movimiento uniformemente acelerado de la caída.

Por de pronto, Hegel sienta la necesidad de una reflexión de carácter filosófico que se inserta en el terreno de las ciencias matemático-físicas. En el interior de las operaciones que se desarrollan en el operar standard de dichas disciplinas, la necesidad de una fundamentación por medio del concepto ha sido olvidada. El descubrimiento de la primacía de las implicaciones filosóficas insertas en el cuadro de dichas operaciones y el carácter científico adquirido por medio de su sistematización puede considerarse como una pequeña revolución dentro de la ciencia. El pensamiento de que el orden cualitativo sigue siendo esencial y fundamental en el reino de la pura magnitud permite, para Hegel, una comprensión exacta de lo que significa realmente hacer ciencia. El encuentro de diferencias cualitativas importantes y sus implicaciones físico-filosóficas allí donde la matemática continúa haciendo uso externo de las magnitudes y homogeneizando esferas físicas diferentes, permite a Hegel afirmar una relación más estrecha o esencial de la física con la filosofía que con la matemática.

Se encuentra en esta reflexión el punto central de la idea hegeliana de la *Enciclopedia*: la trasposición en términos físicos de las determinaciones matemáticas es el mayor error permitido dentro de la esfera de la ciencia. La esencia de la esfera física (dentro de la cual la mecánica es su primer nivel) consiste en llegar a una conformación **concreta e individual** de sus determinaciones.

El paso del movimiento uniforme al uniformemente acelerado nos ofrece un primer ejemplo de este procedimiento. La relación de potencias en la que se transforma uno de los factores que intervienen en este fenómeno indica un cambio de esfera en la producción del mundo físico.

3.4. *El dominio de lo subjetivo en la ciencia*

La relación de potencia de uno de los factores que intervienen en la fórmula matemática del fenómeno de la caída traduce una necesidad general del sistema hegeliano. La necesidad de una progresión encaminada desde lo más abstracto y general hasta lo más concreto y particularizado es un reflejo de la aparición del dominio subjetivo del concepto. La aparición del elemento subjetivo significa un aumento del control ejercido por el concepto para consigo mismo. Cuanto mayor sea el grado de subjetivización logrado en el progreso dialéctico, mayor resulta la facilidad para alcanzar las condiciones en las que pueden desarrollarse las determinaciones de carácter científico. El aumento de subjetividad significa, entre otras cosas, que la determinación del contenido va a producirse, fundamentalmente, a partir del interior del propio contenido. La mutua relación entre los factores que componen un fenómeno resulta, cada vez, más estrecha y fundamental. Porque lo propio del concepto consiste en la fuerza negativa de su diferenciarse interno, la autodeterminación del contenido se hace más patente.

En el caso que nos ocupa, la relación de potencia significa que el límite que se impone a la variación de la magnitud viene impuesto desde sí mismo. Una autoproducción de sí concede, en este caso, la ley de la variación. El grado de diferenciación, por cuyo medio el concepto de naturaleza va progresando indefinidamente, señala, en este momento, el primer paso importante en la consecución, por parte del concepto, de su propia soberanía. A través de este paso, la naturaleza se vuelva más subjetiva. Abandonando su estado de naturaleza inerte o muerta, la vida del concepto comienza a definirse y a hacerse cargo de sí, dejando a un lado el terreno caótico e indeterminado de una naturaleza ajena a sí. Por medio de la relación de potencias el concepto ha despertado en el seno de la naturaleza. Por vez primera puede encontrarse el rastro de la razón subjetiva.

Sin esta progresión es imposible la ciencia. La ciencia sólo puede construirse allí donde el contenido contenga en sí el principio de su determinación. Sin esta condición la ciencia queda rebajada a una disciplina

que, como mucho, sólo puede pretender ofrecer un **acercamiento** empírico o externo de las condiciones necesarias para la producción de un fenómeno. Pero la mostración de la necesidad de esta condición siempre quedará inalcanzable.

Esta es la explicación de la división hegeliana de la mecánica en finita y absoluta. En la mecánica absoluta, los cuerpos han adquirido, dentro de esta esfera, el mayor grado posible de subjetividad. Esto quiere decir, que su determinación proviene de la mutua relación puesta por cada uno de ellos. En la mecánica absoluta, los cuerpos forman un sistema.

El fenómeno de la caída es el intermedio entre las dos esferas, pues, contiene, al lado del momento de la libertad, el momento de la condicionalidad reflejado en la magnitud del tiempo como unidad abstracta.

3.5. *Leyes del movimiento libre*

La deducción de las leyes del movimiento libre constituye uno de los puntos principales en el que se desarrolla la crítica de Hegel a Newton dentro de la *Enciclopedia*.

Fue Kepler quién, por vez primera, expuso las leyes que gobiernan los movimientos de los cuerpos celestes. Este descubrimiento viene desarrollado en las conocidas tres leyes de Kepler. A este respecto, una curiosidad ha llamado la atención de más de un comentador de la exposición hegeliana: es la persistente insistencia de Hegel por defender la gloria de Kepler frente a la pretensión de los newtonianos en otorgar esta primacía al matemático inglés. Gran parte del parágrafo §270 de la *Enciclopedia* está dedicado a defender la paternidad de este descubrimiento que otorgó a su descubridor una «fama inmortal[105]». Antes de extraer ninguna conclusión es necesario analizar el contenido de dicho parágrafo. Las razones que aduce Hegel para asumir la defensa de la primacía de Kepler frente a Newton se distribuyen en tres puntos:

«1) Los matemáticos reconocen que las fórmulas newtonianas se pueden deducir de las leyes de Kepler…

2) La demostracción newtoniana de la proposición (que dice) que un cuerpo sometido a la ley de la gravitación se mueve elípticamente alrededor del cuerpo central, lleva a una *sección cónica* en general, mientras la proposición principal que debía demostrarse consiste precisamente en que la órbita de ese cuerpo *no* es un *círculo, ni cualquier otra sección cónica,* sino *únicamente* la *elipse.*

3) La ley newtoniana de la llamada fuerza de la gravedad, viene igualmente dada sólo desde la experiencia y mediante inducción[106]».

3.6 Aportaciones de Newton

¿Cuáles son, a ojos de Hegel, las aportaciones efectuadas por Newton?

Estas son, principalmente, de orden formal. Es cierto e innegable que la obra de Newton constituye la verdadera expresión matemática de los descubrimientos mecánicos de la época. Con la obra de Newton, quedan firmemente garantizados y fundados los procedimientos y métodos que permiten la solución a cualquier problema planteado en los términos de una mecánica clásica. El edificio que se construye en los *Principia* es el primer resultado de los esfuerzos encaminados por la ciencia para conseguir alcanzar su forma propia; es decir la de un sistema. La obra de Newton es el primer sistema que, como tal, ofrece un modelo matemático-formal prácticamente cerrado acerca de un concepto global del universo físico. Mediante la obra de Newton quedan gobernados los cielos y la tierra. Es el primero en someter, mediante la ley, los fenómenos del orden físico. Es además, quien ha establecido que la gravedad es el verdadero concepto que rige los comportamientos y movimientos de la cuerpos.

La grandeza de Newton ha sido, es y será reconocida. ¿Por qué, entonces, la actitud de Hegel para con su trabajo? Una de las respuestas que a través de sus comentarios puede vislumbrarse es la siguiente: Hegel juzga

a Newton con ojos de filósofo. La relación que Hegel establece con Newton es una relación de filósofo a filósofo. Muy probablemente, y con exageración también probable, Hegel contempla en Newton la figura de un matemático que se ha puesto a filosofar. En defensa de esta idea puede aducirse que la gran mayoría de las puntualizaciones efectuadas por Hegel a los trabajos de Newton se refieren a las observaciones de carácter más especulativo. La mayoría de las veces, Hegel alaba los resultados matemáticos logrados por el matemático inglés, pero alabándolos, los circunscribe a su estricto dominio. La pretensión de edificar un sistema filosófico en tomo a la sistematización formal efectuada en los *Principia*, (pretensión tácitamente asumida en los círculos científicos) conlleva el peligro de separar definitivamente el discurso científico del discurso filosófico. Apurando aún más la idea anterior, cabe decir que el peligro contemplado por Hegel en la expansión de las explicaciones formalistas de los fenómenos naturales, consiste en la separación de la filosofía y la ciencia, y en la eliminación de aquella en la explicación del mundo natural.

En relación a los descubrimientos keplerianos y a su posterior sistematización dentro de la obra de Newton, las palabras de Hegel son lo suficientemente claras:

> «Si bien la fórmula newtoniana es cómoda e incluso necesaria para el método analítico, se trata únicamente de una diferencia en la formulación matemática[107]».

El mayor mérito consiste, pues, en que sus métodos permiten una mayor facilidad a la hora de resolver, matemáticamente, los problemas relacionados con el movimiento de los cuerpos celestes. El mérito corresponde a la consecución de un procedimiento más cómodo desde un punto de vista estrictamente formal. Pero en lo que al auténtico contenido de las leyes se refiere, corresponde a Kepler la gloria de su descubrimiento y la exposición de su verdad. Esto lo demuestra el hecho de que los procedimientos analíticos en uso (en la época de Hegel) pueden deducir lo expuesto por Newton desde las fórmulas keplerianas. Para Hegel, esto significa que el trabajo de Newton, en esencia, podría ser dejado de lado sin

que ello impidiera la posibilidad de una deducción analítica rigurosa a partir de lo formulado por Kepler[108].

Llegando aún más lejos, los procedimientos de Newton son recusados, en comparación con los métodos analíticos modernos, por ser todavía confusos y estar excesivamente basados en construcciones geométricas, lo que conlleva:

«…un tejido de *líneas* (propias) de la mera construcción geométrica, a las que se otorga un significado físico de *fuerzas autosuficientes*, partiendo de determinaciones vacías de las ya citadas *fuerza acelerante y fuerza de inercia*, sobre todo de la relación entre la (así llamada) gravedad misma y las fuerzas centrípeta y centrífuga, etc.[109]»

En otros lugares del trabajo se ha analizado la inconveniencia de estos procedimientos a la hora de ofrecer una explicación satisfactoria de los fenómenos físicos. Gran parte del contenido del parágrafo §270 está dedicado a llamar la atención sobre el mismo tema, pues constituye una de las mayores reivindicaciones del pensamiento hegeliano acerca de la ciencia. En este mismo sentido, y de forma realmente clara, continúa el texto:

«…la reflexión que cuenta es únicamente ésta: que las diferencias y determinaciones que aporta el análisis matemático, y el curso que éste ha de tomar de acuerdo con su método, tienen que distinguirse de lo que debe tener una realidad física. Los supuestos, el curso y los resultados que el análisis ofrece y tiene por necesarios, quedan completamente fuera de lo que hemos recordado, lo cual atañe al valor *físico* y al significado *físico* de aquellas determinaciones y curso. Es sobre esto sobre lo que hay que llamar la atención; hay que cobrar conciencia de la inundación que sufre la mecánica física por parte de una *metafísica indescriptible* que —contra experiencia y concepto— tiene como fuente única aquellas determinaciones matemáticas[110]**».**

Este texto es fundamental. Un análisis cuidadoso del mismo aporta un valioso resumen de uno de los principales puntos, alrededor del cual se desarrolla la crítica hegeliana. El texto puede dividirse en dos partes. En la primera, Hegel insiste en lo que para él es fundamental subrayar: la diferencia de ordenes entre el mundo matemático y el mundo físico. Esta diferencia puede parecer un retroceso hasta el concepto aristotélico acerca del mismo punto. Sin embargo, y dejando a un lado, la afinidad que encierran los conceptos generales de la naturaleza en ambos filósofos, una diferencia es de destacar. A diferencia de Aristóteles, Hegel admite la legitimidad y adecuación de las determinaciones cuantitativas en la explicación de los fenómenos físicos. El orden físico no es reducido exclusivamente al orden cualitativo como ocurre en la *Física* de Aristóteles. Las determinaciones cuantitativas encuentran su lugar y esfera de aplicación, por lo que un dominio del fenómeno físico se desarrolla bajo su ordenamiento. Las últimas palabras de Hegel traídas desde la *Enciclopedia* recuerdan esta necesidad. La situación es, entonces, la siguiente:

a) O bien tenemos una ciencia donde toda determinación es reducible a determinación matemática, y, por lo tanto, perfectamente deducible y fundamentada, pero inútil a la hora de revelar la verdad del dominio más perfecto y más interesante del mundo físico, (el dominio de las entidades particulares y la de los fenómenos concretos e individuales). Dominio más interesante porque en ellos se revela el producto más perfecto y acabado del espíritu en el orden físico, donde las esferas que pueden ser agotadas por la determinación matemática constituyen el nivel más básico de explicación a la hora de agotar el fenómeno. No hay que olvidar que en tiempos de Hegel, la posibilidad de una existencia de un universo puramente matemático no tiene, todavía, un sentido definido. La existencia de un registro matemático tiene sentido, o es concebible solamente porque forma parte de una estructura más amplia que, dentro de la esfera general del mundo físico, conforma el organismo animal individual.
b) Poseemos un discurso que se ocupa de los conceptos no matemáticos (o no matematizables) pero incompatible con el ideal de una ciencia

reducida a determinaciones deducidas en la exactitud que lo son las determinaciones matemáticas.

Hegel llama la atención a este respecto y diagnostica, indirectamente la situación. A su entender, un concepto completo de la ciencia exige la toma de conciencia de esta situación.

3.7. El principio de perturbación

Además del perfeccionamiento formal de los procedimientos analíticos que permiten estudiar los movimientos de los cuerpos, la otra aportación importante de Newton a este respecto consiste en la introducción del principio de perturbación (prinzip der perturbation).

Este principio recuerda el concepto según el cual «la atracción es un efecto de todas las partes singulares de los cuerpos en cuanto que materiales[111]». Esto quiere decir que la materia, en general, se pone un centro.

Este pensamiento conlleva las siguientes determinaciones:

1) La masa del cuerpo es un momento en la determinación local del mismo.
2) Los cuerpos forman un sistema de relaciones dentro del cual se conforma, según la situación relativa en la cual vienen a encontrarse a raíz de su movimiento, un centro particular.
3) Este centro particular se disuelve en el sistema universal de los cuerpos, y si la relación se mantiene estable, el centro particular queda sumido bajo la ley general del sistema.

De esta manera queda completada la formación de los diferentes momentos a través de los cuales, y en función de la ley de la gravedad, viene a constituirse el centro en tomo al cual se conforma el sistema de los cuerpos.

En un primer momento se reconoce la determinación de la masa como el fundamento según el cual el cuerpo va a localizarse. Las diferentes relaciones entre los cuerpo quedarán establecidas, en lo que a su movimiento y situación se refiere, en función de la masa particular de cada cuerpo.

Una vez que esta primera relación ha sido establecida, ha sido establecido, a su vez, el centro en tomo al cual se especifique la situación local y el movimiento de los cuerpos que conforman esta relación particular.

Por fin, el establecimiento del centro general que pertenece a la totalidad del sistema que conforman los cuerpos, cierra el círculo de las relaciones establecidas entre los mismos. Establecido el centro que concierne a la relación entre dos cuerpos (Júpiter y Saturno, por traer el ejemplo de Hegel en el parágrafo §270 de la *Enciclopedia*), este centro pasa, a su vez, a desparecer o, en caso de que perdure, a sumirse a la relación general que establece el centro universal del sistema. En lo que se refiere al sistema solar, Júpiter y Saturno han establecido entre ellos un centro que no desaparece bajo el centro general del sistema, sino que perdura, bien que sometido a la ley general del sistema. La perduración de esta relación entre los dos cuerpos provoca las recíprocas perturbaciones observadas entre Júpiter y Saturno.

Una vez establecido el centro universal del sistema queda completado y cerrado el círculo del movimiento libre que pertenece a la esfera de la mecánica celeste. En este momento, y sólo en este momento, el movimiento general resultante viene producido en torno a una ley que recoje en su interior la autodeterminación o libre determinación de los conceptos de tiempo y espacio. Tiempo y espacio, desarrollados libremente dentro de la necesidad del concepto (en esto consiste la verdadera libertad: en la igualación o identidad para con el propio concepto) completan el círculo de una esfera de determinabilidad. A partir de aquí, el pensamiento o el concepto producidos, han de serlo dentro de un nuevo concepto general. Tiempo y espacio han agotado su contenido. El vaciado del mismo llega

hasta la formación de un sistema de cuerpos ordenados en torno a una ley establecida según los principios deducidos internamente del concepto de los mismos.

Para finalizar con la esfera de la mecánica absoluta, Hegel analiza los siguientes puntos:

1) Comportamiento de las fuerzas centrípeta y centrífuga en la determinación del movimiento de los cuerpos.
2) Figura que adquiere el movimiento de los cuerpos.
3) Realización final del tiempo y del espacio.

Antes de comentar estos puntos, Hegel vuelve a recordar las implicaciones metafísicas que conlleva la introducción de ciertas determinaciones a la hora de detallar, por ejemplo, «cómo las determinaciones principales del movimiento libre están conexas *con el concepto*…»[112]. En efecto, la ciencia, una vez deducidas las determinaciones cuantitativas concernientes a los movimientos de los cuerpos, encuentra imposible el establecimiento firme de los principios de los mismos. Lo que ahí se encuentra es una mezcla de proposiciones empíricas y determinaciones estrictamente matemático-geométricas, por un lado, y de determinaciones (como las fuerzas centrípeta y centrífuga) que si bien extraídas desde el intelecto, lo son desde una posición absolutamente reflexiva o abstracta del mismo. Es este el momento atacado por Hegel. Mientras el científico se limita al estudio y a la anotación de las determinaciones cuantitativas de los fenómenos, se mantiene dentro del dominio en el cual su trabajo es perfectamente científico. Pero la explicación y desarrollo de los conceptos dentro de los cuales se enmarcan los fenómenos naturales es tarea que no concierne al matemático-geómetra (o, simplemente, científico) sino al filósofo.

La clave de la postura hegeliana está en la aceptación o no aceptación de su siguiente interrogación:

> «¡Cuándo llegará por fin la ciencia a cobrar conciencia de las categorías metafísicas que utiliza y llegará a poner en la base el concepto de la COSA, en vez del suyo propio!»[113]

A primera vista, es párrafo puede contradecir, las ideas del propio Hegel. En efecto, ¿acaso las categorías metafísicas no son aquellas que ofrecen el concepto de la cosa misma? Lo que Hegel quiere decir es que las categorías metafísicas utilizadas por los científicos no son pensadas y desarrollas como tal. En ese caso, el término «metafísico» adquiere una connotación negativa; la misma, precisamente, que posee en boca de los científicos que desprecian el valor de estas categorías para el trabajo de la ciencia[114].

Comentando, de nuevo, el ejemplo de las fuerzas centrípeta y centrífuga tal y como son tratadas en la determinación de la figura del recorrido de los planetas, Hegel pretende extraer una ilustración acerca de esta inconsciencia de los científicos.

3.8. *La figura del recorrido de los planetas*

La figura del recorrido de los planetas se deduce siguiendo el principio según el cual, el movimiento libre establece su determinación en sí mismo. Anteriormente ha sido mostrado el hecho de que el movimiento de los cuerpos, debido a la posición que adquiere la constitución de su centro, retoma sobre sí. De esta manera, el círculo, representa la primera figura del movimiento. El movimiento, así configurado como círculo corresponde, sin embargo al movimiento puramente uniforme. En efecto, la figura del círculo solo puede convenir a un movimiento abstracto y general, carente de una auténtica determinación. La misma determinación del círculo descansa en la determinación unilateral del radio. Basta la determinación del radio para determinar el círculo. Por contra, el movimiento libre no puede ser representado por la figura del círculo. Este movimiento exige la diferencia cualitativa interna. En el círculo, el arco encerrado entre dos radios es solo una magnitud empírica. La diferencia cualitativa que refleja el orden de la determinación conceptual y es propia del movimiento libre no puede verse reflejada en esta exterioridad de los arcos entre sí, o, dicho de otra manera, no se produce una verdadera relación entre el tiempo y el espacio. Por eso la determinación del arco es completamente arbitraria. Un tal movimiento conviene tan solo al movimiento de un móvil completamente mecanizado,

de un móvil exterior a su propio movimiento. Esta exterioridad del movimiento con respecto al móvil, viene reflejada en la figura del círculo. El movimiento libre exige algo más. El tiempo y el espacio constituyen una verdadera relación, y esta relación conlleva una diferencia cualitativa interna. La determinación unívoca del radio no basta. El radio, que anteriormente era incapaz de ofrecer una determinación verdadera del sector (el radio es el mismo para todo sector) constituye ahora una de las partes o dimensiones a través de la cual se determina el todo del movimiento. Si en el movimiento puramente uniforme, el radio no varía con la variación del tiempo, en el movimiento libre, el arco está en función del radio vector el cual varía y es desigual en tiempos iguales. Mientras que en el movimiento uniforme la determinación de un momento es puramente empírica y no ofrece el contenido para la determinación de otro de los momentos del movimiento, en el movimiento libre cada momento está en función del movimiento total y de la totalidad de los momentos que le proceden. Esta subordinación y determinación mutua entre los momentos refleja la vida misma del concepto[115].

Esta es la idea central que subyace a la diferencia entre las dos esferas de movimientos y de cuerpos correspondientes. Solo cuando la constitución de los mismos es un modelo de la organización del concepto, puede ofrecerse una garantía de racionalidad para con lo establecido; es decir, una garantía de cientificidad.

En la determinación de la figura del recorrido, espacio y tiempo siguen siendo las dimensiones fundamentales. ¿Cuál es aquí su relación y desarrollo? En el cumplimiento de la totalidad de la relación entre el espacio y el tiempo, el tiempo llega a la determinación del cuadrado y el espacio a la del cubo. En la esfera anterior, es decir, en la de la caída, o «movimiento semilibre», la acción del concepto no llegaba a dominar o explicar completamente el desarrollo del fenómeno. Una vez adquirida esta determinación perfecta por medio del concepto, cada una de las dimensiones adquiere su máximo desarrollo. El tiempo, como lo carente de dimensiones, llega, por lo tanto, al momento en el que como unidad referida

puramente a sí misma, se desarrolla como cuadrado. La relación de potencia al cuadrado significa el acabamiento del tiempo. El tiempo no puede desarrollar ninguna otra potencia, porque al carecer de dimensiones en su interior y siendo mera unidad negativa agota su desarrollo en la elevación al cuadrado; es decir, que aparece como unidad determinada en sí y totalidad por sí, alcanzando la unidad consigo mismo y su total determinación. El espacio, por ser el momento de la exterioridad positiva, alcanza la determinación del cubo, o el máximo exponente de la exterioridad tal y como aparece desarrollada en la naturaleza. La exterioridad completa se alcanza con la determinación cúbica. Esta sería la deducción conceptual de la tercera ley de Kepler que establece la relación del cubo de las distancias con los cuadrados de los tiempos. Aquí se produce el cierre de la esfera mecánica en lo que a sus determinaciones fundamentales (espacio y tiempo) se refiere.

3.9. *La tercera ley del movimiento*

El final de parágrafo §270 está dedicado, de nuevo, a la comparación entre Kepler y Newton en relación a esta tercera ley del movimiento de los cuerpos:

> «…ley que es tan grandiosa porque expone de manera tan sencilla e inmediata la *razón de la cosa*. La fórmula de Newton, por el contrario, por la que aquella ley se transforma en una ley de la *fuerza* de la gravedad, muestra la tergiversación e inversión propias de una *reflexión* que se queda a mitad de camino[116]».

La esfera de la exterioridad inmediata que acompaña a la aparición de la naturaleza puede desarrollarse hasta ese máximo exponente. Superada tal elevación, el concepto trasciende la esfera natural. Siendo perfectamente posible espacios con un mayor número de dimensiones, no encuentran lugar dentro del concepto de naturaleza, cuyo máximo producto de complejidad lo constituye el organismo vivo reducible a estas dimensiones en lo que se refiere a su conformación exterior.

Este es el camino completo que recorren y a través del cual se desarrolla la primera esfera bajo la cual cabe pensar la naturaleza. Previa a cualquiera

otra de las esferas que constituyen el complejo reino de lo natural, la mecánica, dividida por Hegel en dos dominios, constituye la primera etapa y determinación de cualquier entidad o fenómeno natural. No cabe concebir ningún ente natural sin el recurso explícito o implícito de las determinaciones concernientes a la esfera de la mecánica. Estas determinaciones fundamentales son las del tiempo y del espacio. A través de estos primeros parágrafos de la *Enciclopedia* Hegel intenta exponer de forma racional, la organización de dichos conceptos y su reflejo en los correspondientes fenómenos que resultan de esta creación. Puesto que el movimiento y la materia constituyen el resultado de la relación inmediata entre espacio y tiempo, los modelos físicos producidos reflejan el estado de la materia en movimiento correspondiente a cada una de las variaciones producidas en la relación conceptual que liga al tiempo con el espacio. Cada etapa atravesada en el desenvolvimiento de sus nociones, se ve reflejada en un tipo determinado de fenómeno y por este medio, la mecánica puede hallar un fundamento consistente, un fundamento que, más allá de las arbitrarias construcciones científicas extraídas desde el predominio de observaciones empíricas y de los experimentos derivados desde las sugestiones del intelecto ordinario, se sostiene a sí mismo, porque lo primero y lo último de la actividad científica, consiste en el trabajo del concepto.

La tarea de volver científico el desarrollo del concepto es la tarea fundamental llevada a cabo por Hegel a lo largo de toda su vida filosófica.

4. El sistema solar

4.1. *Diferencia de esferas en los cuerpos*

La Disertación *De Orbitis Planetarum* constituye el primer lugar en la obra hegeliana donde se intenta ofrecer un fundamento filosófico a la constitución del sistema solar. Evidentemente los puntos de vista que se mantienen más tarde, (en la Enciclopedia, sobre todo), varían con relación a este primer trabajo. Fundamentalmente, la construcción del sistema solar pasa de basarse en una línea de cohesión, sostenida a su vez en conceptos extraídos desde las especulaciones sobre el magnetismo, a una explicación

recogida desde los conceptos de la astronomía, principalmente el de atracción.

La introducción de la *Disertación* consiste en un elogio por medio del cual se realza el valor del objeto elegido para la realización de su Tesis de Habilitación[117].

> «Entre todos los cuerpos que engendra la naturaleza, sólo los cuerpos celestes se bastan a sí mismos bajo la relación de la gravedad, la primera de las fuerzas naturales; ciertamente, todos los cuerpos, siendo perfectos en su género, expresan la figura del universo, pero perecen aplastados bajo la fuerza del todo, mientras que los cuerpos celestes, despojados de la gleba y siendo lo suficientemente perfectos para llevar en sí mismos su centro de gravedad, avanzan a la manera de los dioses en el éter ligero. Ninguna expresión de la razón es más sublime y más pura, más digna, también, de contemplación filosófica que ese gran viviente nombrado sistema solar. Y cuando Cicerón alaba a Sócrates por haber traído del cielo la filosofía y haberla introducido en la vida y los hábitos de los hombres, este elogio debe ser juzgado sin valor, a menos que se interprete diciendo que solamente si desciende del cielo, la filosofía puede encontrar algún mérito en la vida y residencia de los hombres, y todo esfuerzo debe ser encaminado a elevarla hasta cielo[118]».

Lo primero que llama la atención es la división en dos esferas distintas que Hegel establece, sin mayor justificación, entre los cuerpos celestes; es decir: sol, planetas, satélites, estrellas, etc, por un lado, y los cuerpos terrestres por el otro. Si bien es cierto que esta división es lo más llamativo en este primer párrafo[119], y los comentadores bien que lo han señalado[120], no es menos de notar que los cuerpos así divididos en dos esferas distintas comparten cosas en común, cosas que, aún aparentemente triviales, no por ello desmerecen la atención.

1. En primer lugar, los cuerpos que ocupan estas esferas son todos engendrados por la naturaleza («omnia alia quae natura gignit») por lo que aquella definición o concepto que corresponda a la naturaleza como un todo corresponderá a todos estos cuerpos. Esto tiene importancia, pues podría suponer que las nociones concretas o particulares de algunos de estos cuerpos quedaran relativizadas o, lo que es más esencial, entraran en contradicción con la caracterización que les correspondería en cuanto cuerpos engendrados por la naturaleza. Incluso en el caso de que así fuera, ello podría servir para explicar desde dentro de la filosofía hegeliana el

desacierto que, a decir de los comentadores, supone esta distinción en esferas diferentes de los cuerpos engendrados por la naturaleza.

Sobre la posibilidad de una explicación, dentro del espíritu de la filosofía del propio Hegel, del desacierto de esta división volveremos más adelante, pues el análisis dialéctico que es necesario efectuar pone en juego la esencia misma de una cuestión que hasta ahora nadie ha tocado con suficiente detalle. Esta cuestión es la de dilucidar en que momentos Hegel no llega hasta las últimas consecuencias de su sistema filosófico, y ver en que momentos Hegel no es lo suficientemente hegeliano.

2. El otro punto en común que mantienen tanto los cuerpos celestes como terrestres es el siguiente: según Hegel, «todos los cuerpos, siendo perfectos en su género, expresan la figura del universo[121]». Dejando a un lado la posterior diferencia por medio de la cual los cuerpos terrestres perecen bajo la fuerza del todo, mientras que los cuerpos celestes permanecen ajenos a este perecer, es notorio que este punto de identidad es mucho más esencial y tiene un mayor peso en el concepto hegeliano que las diferencias establecidas entre ambas esferas, pues todos los cuerpos expresan, en su género, la «forma» del Universo.

En esta frase se condensa toda la ontología de Hegel. De la misma manera que todo cuerpo expresa, en su género, la «forma» del Universo, cada una de las proposiciones que aparecen dentro del sistema filosófico hegeliano, expresa, a su manera, y en su momento, el concepto absoluto.

Para entender esta comparación en todo su alcance y con todas sus consecuencias es necesario estar familiarizado con ciertas concepciones básicas de la filosofía de Hegel, por lo que aquí las presupondremos en la confianza que otorga una comprobación en una lectura detallada de los textos más importantes de la filosofía de Hegel. Para resumir este punto clave de la filosofía hegeliana basta decir que es un axioma, en la filosofía de Hegel, el hecho de que pensar algo es presuponer el pensamiento del todo, pues es «reconocido» que la efectividad o posibilidad de algo en concreto viene dada de antemano por la posibilidad del todo. La relación

entre los momentos de la universalidad, particularidad y singularidad que recorre toda la dialéctica hegeliana es una de las claves que atraviesa todo el sistema hegeliano.

De tal manera, astros y estrellas, pero también cuerpos terrestres, animados e inanimados expresan lo absoluto de forma igualmente necesaria, pues basta la posibilidad de que un cuerpo (hipótesis imposible dentro de la efectividad del pensar) no exprese la esencia del todo para que lo absoluto deje de efectuarse, pues es absoluto porque todo lo tiene dentro de sí y es todo en sí. Otra cosa es que la «manera» o «modo» de expresión sea diferente en cada esfera.

Las razones por las cuales Hegel efectúa esta separación entre dos esferas no pueden atribuirse a un desconocimiento de la unificación efectuada a través de Galileo, Kepler y Newton fundamentalmente. Suponer esto en Hegel es un signo de ingenuidad en todo caso. Pretender que un hombre con la preparación académica de Hegel pueda desconocer la situación, aunque sea a grandes rasgos, de la física o astronomía de su tiempo es un error. Hegel leyó y estuvo al corriente de los puntos claves por los que se desenvolvían estas ciencias en el momento en que presentó su *Disertación*. Las razones de esta división de esferas hay que buscarlas en otro lugar que será mostrado a lo largo de este trabajo.

Desde lo más profundo de la filosofía hegeliana se revela el carácter necesario de las disciplinas científicas. Esta necesidad esencial para el advenimiento de la ciencia, necesidad común y única que mantiene unidas en su objetivo y en su visión ontológica global al resto de las disciplinas científicas comienza a desaparecer en la época de Hegel. La unión de filosofía y ciencia, hasta la llegada de la revolución científica que culmina en la primera sistematización parcial de la ciencia física en Newton garantizaba, aunque fuera sólo a nivel formal, la unión, el lazo común y estrecho de las diferentes distribuciones del saber único, saber que en cualquier disciplina tiene un sentido único expresado de diferentes formas. La verdad, revelada bajo diferentes figuras en los ámbitos del trabajo humano es también única.

Este lazo común, este proyecto por medio del cual el espíritu puede realizarse conociéndose a sí mismo siendo el mismo sujeto en cada una de las ciencias particulares es lo que en tiempos de Hegel corría el peligro de desaparecer.

Con todo, la razón más inmediata o visible por la que Hegel se enfrenta a los caminos explicativos de la ciencia de la física tal y como desde Galileo se había desarrollado, reside en la constatación de que la consideración de los movimientos de los cuerpos (tanto celestes como terrestres) desde un punto de visto puramente mecanicista es insuficiente para mostrar los últimos y los primeros trazos de la razón y el fin que gobiernan los procesos naturales. Pretender que el orden del cosmos es debido a un puro juego de relaciones mecánicas es contradictorio, pues tal punto de vista sólo puede explicar los niveles más primarios en los que se producen los fenómenos de carácter físico. La explicación mecanicista solo atañe al dominio de la exterioridad en el que ciertos fenómenos se muestran. La explicación mecanicista rebaja de tal manera el fenómeno en su globalidad que queda reducido a ser pensado como «materia muerta» y «extraño a la vida de la naturaleza», allí donde las relaciones son exteriores a los términos relacionados.

Así se entiende el guiño poético que Hegel se permite al hablar de la naturaleza divina de los astros cuando al inicio de su Tesis, y diferenciando los cuerpos terrestres de los celestes dice de estos últimos que «avanzan a la manera de los dioses en el éter ligero[122]».

Los comentaristas ven en esta sentencia, al igual que en la ofrecida en la adición al parágrafo §269 de la *Enciclopedia* una regresión hegeliana hacia la filosofía natural de los griegos[123]. Es cierto que algo de esto ocurre. En efecto, en muchos lugares de la filosofía griega puede atestiguarse la consideración divina de los astros y cuerpos celestes[124].

Pues bien, esta metáfora de Platón es la que cientos de años después retomará Hegel en su *Disertación* queriendo indicar, contra una posición platónica (en el sentido de que en sus últimas tendencias pretendía reducir

toda actividad de conocimiento cierto a las matemáticas y a la geometría), que las últimas razones de los fenómenos celestes no pueden limitarse a ser puramente mecánicas.

En esta crítica al mecanicismo puede presumirse ya el interés que ocupa a Hegel en las primeras líneas de su *Disertación*.

Resumiendo, podríamos entresacar estas ideas en la corta introducción de la *Disertación*:

1) Todos los cuerpos de la naturaleza expresan a su modo («in suo genere») la esencia del universo.
2) Sólo los cuerpos celestes se bastan a sí mismo y no perecen bajo la fuerza del Todo. Así avanzan libres «como dioses» (Deorum more per levem aera incedant).
3) Ninguna expresión de la razón es más pura para la contemplación filosófica que este «animali illi, quod systema solis appellamus **[125]**».

Nada hay en estas tres primeras ideas que pueda ser rechazado como acientífico (desde el punto de vista actual) salvo la idea enunciada en segundo lugar. Las otras dos ideas no pueden ser criticadas porque tampoco dicen absolutamente nada científico. Son consideraciones que no pueden ser negadas.

En cuanto a la primera de ellas, cabe decir que responde a un principio de la dialéctica hegeliana según el cual nada se ofrece cuyo pensamiento no contemple los momentos de lo universal, lo particular y lo singular. De tal suerte, cualquier cuerpo, en cuanto que conlleva determinaciones universales expresa lo universal y, aún más, en cuanto que encierra esta dialéctica de los momentos se iguala, en este sentido, a cualquier otro cuerpo, puesto que este último comportará las mismas necesidades conceptuales que el primero. Cada cuerpo lleva por eso sobre sí la perfección de su esencia y de su género. Así, cualquier metal no es más que el resultado perfecto al cual llega cierto proceso efectuado en un nivel perteneciente a la materia inorgánica.

En lo que respecta al tercer punto, Hegel retoma, más que una idea, un sentimiento griego para con los fenómenos celestes[126], puesto que estos son los ejemplos más que visibles y notorios del gobierno de la razón en el universo, es decir, de la comprobación de que los fenómenos naturales están ordenados teleológicamente y de que, además, este ordenamiento sólo puede ser sistemático, es decir, que cada elemento de este sistema sólo tiene sentido en función de su integración en el todo. Así, el sistema solar conviene perfectamente a esta exigencia pues en él, la determinación de sus movimientos (y con ellos de su existencia) sólo es posible bajo la consideración de su relación esencial[127].

La segunda atribución central de la introducción de la *Disertación* es la que provoca una mayor discusión. Lo que ahí dice Hegel literalmente es lo siguiente:

> «Entre todos los cuerpos que engendra la naturaleza, sólo los cuerpos celestes se bastan así mismos bajo la relación de la gravedad, la primera de las fuerzas naturales; ciertamente todos los cuerpos, siendo perfectos en su género, expresan la figura del universo, pero perecen aplastados bajo la fuerza del todo, mientras que los cuerpos celestes, despojados de gleba y lo suficientemente perfectos para llevar en sí mismos su centro de gravedad, avanzan a la manera de los dioses en el éter ligero. Ninguna expresión de la razón es más sublime y más pura, más digna, también, de contemplación filosófica que este gran viviente nombrado sistema solar. Y cuando Cicerón alaba a Sócrates por haber traído del Cielo la Filosofía y haberla introducido en vida y los hábitos de los hombres, este elogio debe ser juzgado sin valor, a menos que se interprete diciendo que solamente si desciende del cielo, la filosofía puede encontrar algún mérito en la vida y residencia de los hombres, y todo esfuerzo debe ser encaminado a elevarla hasta el cielo[128]».

Desde un punto de vista científico no hay más que resaltar la incorrección de esta diferencia entre los cuerpos celestes y los cuerpos terrestres. Desde Galileo con su ley sobre la caída de los cuerpos hasta la sistematización efectuada por Newton en sus *Principia*, los esfuerzos de los físicos consistieron, en buena parte, en la destrucción de esta diferencia. Hoy sabemos (pero también Hegel lo sabía) que las diferencias se reducen a ser diferencias primeramente cuantitativas, siendo las diferencias cualitativas secundarias y posteriores y sin el menos interés para los trabajos científicos. Desde este punto de vista hay que reconocer el anacronismo de Hegel ¿En que razón puede pues «basarse» la diferencia

retomada por Hegel de los antiguos entre los cuerpos celestes y los terrestres? La razón sólo puede ponerse de relieve haciendo referencia a otras ideas que dominan el pensamiento hegeliano.

La diferencia introducida por Hegel es de orden cualitativo: mientras los cuerpos celestes llevan en ellos mismos su centro de gravedad, los cuerpos terrestres no lo llevan consigo. Esto sólo puede significar lo siguiente:

Los cuerpos celestes son dueños de su determinación. Se determinan a sí mismo en relación a su movimiento. Si bien la determinación no es absoluta, pues sólo al sistema total atañe este carácter absoluto de autodeterminación, cada uno de los cuerpos celestes guarda una relación mutua entre sí. Diríamos, utilizando una metáfora sociológica o política, que el sistema de los cuerpos celestes forma un estado de individuos libres en el cual los diferentes cuerpos celestes son los individuos que libremente se relacionan para formar dicho estado; de tal forma que la determinación de cada individuo tiene en cuenta la determinación de cada uno de los otros individuos y, sobre todo, la determinación del todo o del estado[129]. En definitiva, sólo desde una determinación del todo del sistema es desde donde se determina cada uno de los individuos libremente, pues nada más que esta mutua relación libre de los individuos que comporta dentro de sí el principio de determinación es la que constituye el todo[130].

Mientras, por el otro lado, los cuerpos terrestres no mantienen esa libertad de determinación sino que esta les viene desde fuera. Perecen oprimidos por la acción del todo («et vi totius oppressa pereant»).

En este caso la Tierra devora, como totalidad, la libertad de los cuerpos que contiene puesto que éstos no hacen oposición que pruebe su individualidad. Absolutamente, la Tierra como totalidad determina el movimiento de los cuerpos que contiene mientras que, por el contrario, para nada determinan los cuerpos terrestres el movimiento de la Tierra. Mientras que los cuerpos celestes son cuerpos en sí y para sí, los cuerpos celestes son cuerpos de otro cuerpo.

Salvo esta posibilidad, nada más se nos ofrece en la introducción del *De Orbitis* para que podamos entender lo que esta diferencia entre cuerpos celestes y terrestres significa.

4.2. *La formación del sistema solar*

En su siguiente bloque, Hegel va a efectuar una explicación del sistema solar partiendo de las necesidades filosóficas y teniendo como guía de investigación el camino que el concepto indica.

Frente a las explicaciones de la filosofía experimental, Hegel rechaza una construcción basada en una mera conexión efectuada en tomo a los datos extraídos de la observación empírica de los cuerpos celestes (sus situaciones y distancias mutuas) y de las operaciones concernientes a los cálculos matemáticos con la proliferación aconceptual de líneas y figuras que estos cálculos requieren.

Para que la explicación filosófica se realice con legitimidad, es necesario que los momentos que aparecen en la mostración del contenido sean puestos desde sí mismos, siguiendo el devenir del concepto en su libre desarrollo. Es por eso que como primer momento en la formación del sistema solar, momento sin el cual es imposible concebir el resto de los elementos del sistema, se establezca en tomo a la fase más indeterminada y general de la construcción. En un sistema formado por cuerpos, la materia es el primer momento a concebir, tras de la explanación de los momentos fundamentales del espacio y el tiempo. No se puede concebir ningún elemento que forme parte del sistema solar sin que el concepto de materia quede inscrito en su concepto. Y como tal, materia y gravedad son inseparables, puesto que:

> «La gravedad constituye la materia, en el sentido que la materia es la gravedad objetiva. La materia una e idéntica se escinde en dos polos, forma así una línea de cohesión, y recibe diferentes figuras en el curso de la serie de sus desarrollos, gracias a la relación diferente de los factores[131]».

Hegel no concibe la materia y la gravedad separadas. Basando su argumento en ideas kantianas acerca de la fuerza repulsiva y atractiva, cuyo estudio más detallado ofrecerá unos años más tarde en la *Ciencia de la Lógica*, la gravedad puesta o efectuada ofrece el concepto de materia[132]. Ahora bien, la cohesión propia a la materia, producto de la gravedad, sólo es concebible como cohesión entre diferentes polos, los cuales mantienen entre sí una «línea de cohesión». Según los desarrollos que ocurran entre los diferentes polos, y teniendo en cuenta las relaciones de los factores que entran en juego, la materia recibe diferentes «figuras» (species). Pero aparecen, también, y debido a la distribución de los polos en función de las relaciones de diferentes factores, los nudos o centros gravitacionales. Además, los desarrollos y evoluciones que estos centros sufran en su desenvolvimiento son todos ellos contenidos, «reducidos a la dominación de su principio, bajo su propia ley y según su organización individual[133]».

Se esbozan pues los primeros pasos dialécticos en la constitución de los cuerpos.

Todo cuerpo, en cuanto material, responde a una distribución de puntos de gravedad en tomo a una línea de cohesión. Toda línea de cohesión forma un centro gravitatorio, o mejor, un **campo** gravitatorio. Los cuerpos individuales que pueblan la naturaleza deben esta su primera unidad o cohesión de las partes a esta línea de cohesión que forma campos gravitatorios. De tal manera, que cada cuerpo forma un sistema de centros gravitatorios en tomo, o a lo largo de una línea de cohesión. Toda unidad concreta sólo es concebible si es resultado de la dialéctica ejercida entre los momentos múltiples de su constitución.

También el sistema solar se constituye según estos principios. En el fundamento de su constitución «expresa él una línea de cohesión semejante[134]». En cuanto fenómeno que responde a modos de formación y distribución de la materia, también el sistema solar expresa este mismo principio. Estas necesidades conceptuales exigen que al pensar los cuerpos materiales en los primeros momentos de su constitución, es decir, en su pura materialidad o gravedad, se piense, igualmente, en una dialéctica de

infinitos centros gravitatorios que, formando una línea de cohesión, constituya así el esqueleto conceptual en tomo al cual toma figura esa unidad concreta o individual que forma el cuerpo. El sistema solar responde a esta misma necesidad pero con una diferencia fundamental. Mientras los diferentes puntos gravitatorios se cohesionan en tomo a una línea nodal, formando un sólo cuerpo, en el caso del sistema solar, la línea de cohesión se distribuye en diferentes cuerpos. Estas son las palabras de Hegel al respecto:

> «El sistema solar, que expresa también una línea de cohesión semejante, es más grande que que las otras figuras: porque la línea de cohesión está aquí fragmentada, cada cuerpo lleva en sí mismo su centro de gravedad, deviniendo capaz de un dominio, no absoluto, sin duda, pero mayor que el resto de los cuerpos. Porque cada cuerpo de la naturaleza forma un todo sí mismo, y sin embargo, no existe ninguno que no dependa de otros y no sea una parte y un órgano de un sistema más vasto. De aquí se sigue que la libertad y la independencia de los cuerpos celestes por relación a la gravitación no son perfectas, sino solamente las más grandes posibles[135]».

En este párrafo aparece una de las ideas más firmes de la filosofía hegeliana, y que se repite invariablemente a lo largo de toda su obra. La idea por la cual no hay en la naturaleza un cuerpo que no forme una totalidad y, a la vez, forme parte de una totalidad superior, es el nervio en tomo al cual se edifica el concepto principal de la filosofía hegeliana. No sólo en el ámbito de la astronomía o de toda la filosofía natural, sino que, en el mismísimo centro de su sistema, en la *Ciencia de la Lógica*, esta idea ineludible emerge una y otra vez como mecanismo que permite abordar y comprender los parajes más áridos de la jungla dialéctica. Pues, irremediablemente, en el pensamiento que concibe, en el mismo acto de concebir, lo que es concebido forma un todo que le permite ser concebido individual y separadamente; como identidad que, afincada en su centro, ofrece el poder de haberse constituido, de ser un momento, de haber cristalizado sobre sí la efectividad del concepto, de la Idea y tener sentido, por ello, y a la vez, dentro de una totalidad superior de la cual forma parte.

El sistema solar expresa esta idea de forma admirable[136]. Cada uno de los cuerpos que lo forman es, a su vez, un sistema que conlleva dentro de sí su centro de gravedad. Por el hecho de que la línea de cohesión no

constituya un sólo cuerpo sino un sistema de cuerpos en el sistema solar, se encuentra ahí un ejemplo realmente hermoso concerniente a la construcción y formación de los cuerpos naturales. Debido a esto,

> «la libertad y la independencia de los cuerpos celestes por relación a la gravitación no son perfectas, sino solamente las más grandes posibles[137]».

Algo más que un simple golpe de azar es lo que provoca la constitución de los sistemas celestes. Algo más que un simple fenómeno explicado por medio de líneas geométricas y cálculos matemáticos nos muestra el orden, la cohesión y la interrelación que mantienen entre sí los cuerpos celestes. Algo más, en definitiva, que una composición formada por medio de construcciones hipotéticas y aisladas es lo que revela la auténtica intelección del sistema solar. Es a esta intelección conceptual a lo que debe de remitirse constantemente la física si su trabajo no quiere reflejar una simple rapsodia de conexiones externas entre sí[138].

> «No es, pues, por un simple accidente que los planetas, después de haber errado sobre una trayectoria rectilínea, pasando fortuitamente por la proximidad del sol, hubieran sido forzados a alinearse bajo su ley y movidos, desde entonces, en órbitas circulares. Y no es, tampoco, una hipotética fuerza centrífuga quién los tuviera alejados del sol, sino que formando primitivamente un sistema en común con el sol, son, a la vez, retenidos y alineados por una verdadera fuerza de cohesión[139]».

Sólo de este modo tiene sentido hablar, por ejemplo, de fuerzas centrífugas y centrípetas. Sólo cuando forman parte como momentos necesarios, **hallados** en el recorrido del despliegue conceptual, del despliegue de los fenómenos que tienen lugar dentro de este verdadero concepto, se puede recurrir a las fuerzas y verlas nacer desde la interioridad de una necesidad física y conceptual. Es entonces cuando estas fuerzas son realmente puestas y generadas, no trayéndolas desde las necesidades hipotéticas de una ciencia (la geometría) que no puede llegar a alcanzar el verdadero concepto.

> «Y no es, tampoco, una hipotética fuerza centrífuga quién los mantiene alejados del sol, sino que formando primitivamente un sistema en común con el sol, son a la vez, retenidos y alineados por una verdadera fuerza de cohesión[140]».

El último capítulo de la *Disertación* dedica su espacio a la exposición de las propiedades del movimiento planetario en su deducción teórica.

Anteriormente se ha llegado a establecer de que manera se constituyen los centros gravitatorios o cuerpo distribuidos a través de la línea de cohesión. Se ha contemplado, igualmente, cómo la supresión de las diferencias entre los centros distribuidos en tomo a esta línea de cohesión (como resultado de la gravedad propia a cada centro que trata de anular al otro centro), puede provocar efectivamente la supresión de la diferencia, significando así la ley de la caída de los cuerpos. Por otro lado, la diferencia entre los cuerpos puede mantenerse (como consecuencia de un equilibrio que produce una diferencia reflejada) dando nacimiento a un movimiento circular[141]. En este segundo caso, que representa el movimiento de los planetas, la línea de cohesión «determina la relación de las distancias[142]».

Las masas son los centro de densidad que se oponen a la fluidez infinita del éter primigenio. Se constituye así la oposición entre los centro de densidad y la elasticidad absoluta del éter. De estos polos utilizados por la noción en la constitución de la materia y de los cuerpos, se deduce el carácter de las fuerzas consideradas en la determinación del movimiento de los planetas. La fuerza centrífuga queda ligada, o es expresión, de esta elasticidad absoluta del éter que fuerza a los centros de densidad hacia su rarificación. Por otro lado, la fuerza centrípeta representa la fuerza gravitatoria efectuada por cada uno de los centros de densidad o cuerpos celestes. Esta tensión fundamental constituye el fenómeno del movimiento por medio del cual «la identidad primitiva de la naturaleza se esfuerza en suprimir la separación de los cuerpos[143]».

El fenómeno general de la gravedad muestra así la necesidad de la identidad primitiva de las fuerzas y su consideración conjunta, pues ni la fuerza centrífuga tiene sentido sin referencia a la fuerza centrípeta ni viceversa. Uno es el concepto que se expande en dos momentos. De ahí la ilegitimidad de identificar el conjunto total de la fuerza de la gravedad a tan sólo una de ellas[144].

El sistema solar representa una organización en la cual la línea de cohesión ha mantenido separados y distribuidos los cuerpos que la forman sin que el fenómeno de su movimiento resulte de la ley de la caída, la cual representa «el triste estado de la naturaleza naturada[145]». La ley de la caída de los cuerpos, por lo que supone nocionalmente de anulación de diferencias; por lo que supone de de falta de relación, de identidad real y puesta de los cuerpos; por lo que supone de falta de autodeterminación, de ausencia de espíritu, no conviene a un sistema de cuerpos, dentro del cual, cada uno de ellos representa un centro de determinación. Los cuerpos terrestres no son, por esta razón, dignos de ser así llamados, ya que su identidad es puramente formal, casual, como los guijarros formados por la acción puramente accidental de los vientos y de las lluvias. Cuando los cuerpos ofrecen la oposición necesaria entre sí que se les exige para seguir manteniendo su identidad dentro de las relaciones de oposición, las relaciones mismas se mantienen, de donde surge la mutua determinación como individuos concretos. En los cuerpos que sucumben a la ley de la caída, la relación se anula y da paso a la pura e inmediata negación del cuerpo «caído».

4.3. *Las estrellas*

«La caída es la posición meramente abstracta de un *centro* en cuya unidad se pone como superada la diferencia de las masas particulares y de los cuerpos; masa o peso carecen por ello de toda significación en la magnitud de este movimiento. Pero el simple ser-para-sí del centro, en cuanto es esta referencia *negativa* a sí mismo, es esencialmente *repulsión* de sí mismo; es repulsión *formal* respecto de los muchos centros fijos (estrellas) y es repulsión *viva* en cuanto determinación de ésta con arreglo a *los momentos del concepto* y es, por tanto, referencia esencial de estos centros entre sí, puestos como distintos de acuerdo con lo dicho. Esta referencia es la *contradicción* de su ser-para-sí autosuficiente y de su estar conjuntamente incluidos en el concepto; el fenómeno de esta contradicción entre su realidad y su idealidad es el movimiento y precisamente *el movimiento absolutamente libre*[146]».

La traducción de este momento en términos físicos concuerda con la producción y formación de las estrellas (Sterne). Efectivamente, la aparición de las estrellas supone:

La formación de centros que son-para-sí (Fürsichsein des Zentrums). Esta suposición contiene, a su vez, dos momentos:

a) momento formal de la repulsión entre los centros y,
b) momento vivo o concreto de dicha repulsión.

El primer momento traduce la negación simple entre los cuerpos. En este momento, los cuerpos se ignoran entre sí. Se conforman como unidades independientes. Cada estrella es un modelo o ejemplo de esta repulsión infinita que se produce tras la formación de este momento conceptual cual es la fijación para sí de centros de materia.

El segundo momento surge a través de la mirada que contempla la verdad encerrada bajo la apariencia externa del fenómeno de formación de estrellas. Frente a la mirada inmediata que muestra centros aislados, esta segunda mirada contempla la necesaria relación entre sí de estos centros. Dentro de esta relación cada cuerpo encuentra el fundamento de su determinabilidad. La aparente separación e independencia entre ellos sólo corresponde, en realidad, a la conciencia finita que los contempla.

El movimiento que resulta de esta interrelación resulta un movimiento libre. La libertad así conseguida significa, simplemente, la integración dentro del concepto. Cada cuerpo es responsable, en perfecta igualdad para con los otros cuerpos, de la determinación de su movimiento. Si bien es cierto que, a primera vista, la identidad o independencia exclusiva de cada cuerpo es anulada, lo que resulta en realidad es la conformación de un sistema de cuerpos donde cada uno de ellos es parte esencial del todo; donde cada uno de ellos toma sobre sí la determinación del todo; donde cada uno de ellos refleja la totalidad del sistema.

El verdadero concepto que gobierna este sistema de cuerpos libres es el concepto de gravitación. En tomo a este concepto hallan los cuerpos, la ley que los determina. La gravitación es el concepto bajo el que se distribuyen y ordenan los cuerpos del sistema. En la esfera de la mecánica, este sistema forma el más alto grado al que puede acceder la corporalidad bajo la ley de la gravedad.

4.4. *En torno al planeta buscado*

Entrando, innecesariamente, en un terreno que no era expresamente el suyo, Hegel protagoniza una de los capítulos más curiosos dentro de la historia de la ciencia, un capítulo que sin pasar de la pura anécdota, ha acaparado, irresponsablemente, la atención de ciertos investigadores que han encontrado ahí la excusa para renunciar a un análisis detallado de las ideas y observaciones hegelianas en tomo a todo lo que rodea la actividad de la ciencia[147]. El propósito del análisis de esta parte de la *Disertación* se efectuará con la única intención de no mezclar y simplificar ligeramente las cosas.

El contenido del último capítulo de la *Disertación* es sobradamente conocido.

Mediante una serie extraída desde las «necesidades filosóficas», Hegel determina la ausencia de un planeta entre las órbitas de Marte y de Júpiter. Por aquella época, la fórmula que determinaba la distancia entre los planetas era la llamada «fórmula de Bode», en honor del astrónomo alemán así llamado y que en 1772 la enunció en los *Anleitung zur Kenntnis des gestunten Himmels* (Hamburgo[148]). Según la fórmula, un planeta faltaba entre Marte y Júpiter.

El 1 de enero de 1801, el astrónomo Piazzi, descubre, en Palermo, una estrella desconocida en la constelación de Taurus. Por la posición observada, se supone que puede ser el planeta ausente. Más tarde,

Gauss efectúa los cálculos pertinentes quedando cerrada de forma definitiva la polémica[149]. La hipótesis de Hegel aparece claramente derrotado en la apuesta, arrastrando con ello toda su filosofía de la ciencia al descrédito más absoluto[150].

Este es, resumidamente expuesto, el contenido del último capítulo de la *Disertación*. En tomo a ello es necesario efectuar toda una serie de precisiones y consideraciones sin las cuales toda rememoración del asunto cae en la insignificancia y en la unilateralidad de un juicio apresuradamente emitido[151].

En la época de Hegel existían dos teorías acerca de la distancia entre los planetas. La primera de ellas era la teoría clásica de Platón, tal y como aparece en el Timeo (35b, 3 - 35c, 2); la segunda viene recogida en la fórmula oficial de los astrónomos: la de Titius-Bode. Se puede analizar el detalle de las mismas. Para ello, utilizamos el magnifico trabajo de documentación de Theodor G. Bucher *Wissenschaftstheoretische Überlegungen zu Hegels Planetenschrift*[152].

1) Teoría de Platón. El Demiurgo construye el universo valiéndose de la serie dada en esta progresión:

1) 1 2 3 2^2 3^2 2^3 3^3; es decir, por los valores,
a) 1 2 3 4 9 8 27.

Hegel lee entonces:
2) 1 2 3 4 9 16 27 (Substituyendo 16 por 8)[153].

En esta progresión puede observarse la distancia considerable que se observa entre el cuarto y quinto miembros de la serie. Extrayendo ahora la raíz cúbica de la cuarta potencia, $3\sqrt{n^4}$, de los números de la serie se obtiene la proporción entre las distancias:

3) 1,4 2,56 4,37 6,34 18,75 40,34 81.

De esta manera se transforma la serie a) en la serie monótona,

b) 1 2 3 4 9 16 27.

2) Serie de Titius-Bode.

La fórmula que resume esta serie es la siguiente: $0,4 + 0,3 : 2^n$, donde n toma los valores de los enteros de 0 a 7. Dicho de otra manera: a los números: 0, 3, 6, 12, 24,… (duplicación) se añade 4 a cada uno y se divide el resultado entre 10. De esta manera se obtiene la siguiente serie:

	Mercur.	Venus	Tierra	Marte		Jupit.	Satur.	Urano
n)	0	3	6	12	24	48	96	192
(4) N+4/10	0,4	0,7	1,0	1,6	2,8	5,2	10,0	19,6
(5)	0,39	0,72	1	1,52	2,77	5,2	9,54	19,19
Ceres								

(4) es la serie de Titius-Bode y (5) expresa las distancias medias, de hecho, entre los planetas, en UA (unidades astronómicas. La distancia media entre el Sol y la Tierra: 150 millones de Km. aproximadamente).

En torno a los criterios utilizados para la determinación de las series cabe decir lo siguiente.

La serie platónica tiene su fundamento en las especulaciones pitagóricas. Sabido es que, dentro de este contexto especulativo en torno al significado de los números, la tétrada constituye la base de la misma[154].

La elección hegeliana de la serie platónica exige dos condiciones. Por un lado, su concordancia con la teoría filosófica del conocimiento; por el otro, su concordancia con los datos empíricos disponibles en la fecha.

En ambos casos, la serie platónica cumplía con las dos condiciones. En lo que concierne a la concordancia con los datos empíricos conocidos, cabe decir que, en efecto, la serie platónica, corregida por Hegel en uno de sus

términos, da cuenta de las proporciones conocidas entre los planetas del sistema solar (si se toma como aceptable, el hecho de que la constelación de planetoides del cual forma parte Ceres no había sido aún descubierta[155]). Teniendo en cuenta, además el prestigio filosófico de Platón en la historia de la filosofía, su serie cumplía con las condiciones señaladas.

Puede analizarse ahora la comparación de la serie platónica (3) con los datos de la serie de Titius-Bode y de ambas series con los datos de la astronomía actual. Para ello se reducen las cifras de la serie platónica elegida por Hegel a su correspondiente traducción en UA. Este es el resultado.

	Distancia	T-B	Diferencia	%	Hegel	Diferencia	%
Mercurio	0,387	0,4	0,013	3,35	0,320	0,067	17,31
Venus	0,723	0,7	−0,023	3,18	0,585	0,138	19,08
Tierra	1	1,0	0	1	0	0	
Marte	1,524	1,6	0,076	4,98	1,450	0,074	4,85
Ceres	2,767	2,8	0,033	1,19	Falta		
Júpiter	5,203	5,2	−0,003	0,00	4,290	0,913	17,54
Saturno	9,539	10	0,461	4,83	9,251	0,288	3,01
Urano	19,182	19,6	0,418	2,17	18,535	0,647	3,37
Desviación media:	Titius-Bode: 2,81%:						
	Hegel: 10,86%						

Las consecuencias que, a la luz de estos datos, extrae T. G. Bucher, son las siguientes: la serie de Titius-Bode, a pesar del 2,81% de desviación media, es un instrumento científicamente utilizable. No ocurre lo mismo con la serie utililizada por Hegel.

Frente a esta interpretación, justa por lo demás, cabe efectuar una aclaración: el hecho de que sea un instrumento utilizable no quiere decir que el fundamento del mismo esté logrado como resultado de una reflexión científica. De nuevo, la conveniencia y el uso sirven de criterio a la hora de permitir la calificación, en este caso de un instrumento, de científico.

En cuanto al origen de la serie de Titius-Bode, cabe decir que su elección se basa, simplemente, en la constatación empírica de la distancia conocida entre los planetas. Es una fórmula conseguida con el intento de una adecuación a una situación astronómica conocida de hecho[156].

Teniendo en cuenta este dato, puede decirse que tanto una serie como la otra poseen un común origen. En ambos casos, la mera especulación exterior, el único intento de adecuación (no en la implantación original de la serie pitagórica por parte de Platón, pero sí ya por parte de Hegel), en tomo a unos datos empíricos conocidos de antemano. Si en el caso del tiro al arco, por ejemplo, decimos que posee mayor arte quién, por afinación, clava la flecha más cerca de la diana que quién no posea ese grado de afinación, puede decirse entonces que la serie de Titius-Bode es, en efecto, más científica que la serie platónica. Ahora bien, si en el arte del tiro al arco, la afinación particular no se tiene en cuenta a la hora de juzgar quién posee en mayor medida este arte, cabe decir, entonces, que tanto una serie como la otra se distinguen por su ausencia de fundamento científico. Del mismo modo, no posee mayor conocimiento del arte de la música aquél que la interpreta con un instrumento mejor afinado.

Las razones que T. G. Bucher esgrime para la defensa de la serie de Titius-Bode no alcanzan el corazón del problema. Reconoce que de las innumerables series matemáticas, sólo algunas representan estados reales y su descubrimiento es siempre a posteriori. La serie de Titius-Bode habría sido afortunada en este caso, y por ello no consiste en una autoafirmación huera o vacía como la de Hegel. La razón de que la serie de Titius-Bode anima a realizar nuevas investigaciones concretas, frente a la autocomplacencia de la serie hegeliana tampoco es una razón de peso para las exigencias de una teoría científica[157].

5. El lugar, el movimiento y el cuerpo

5.1. *El lugar, el movimiento y la materia*

En los capítulos anteriores se han analizado los terrenos concernidos por la discusión hegeliana en tomo al concepto de fuerza. Tras de este rodeo, el análisis vuelve a retomar el orden conceptual elaborado por Hegel en su *Enciclopedia*. Siguiendo el despliegue de las categorías que ordenan el mundo de la exterioridad o mundo natural, el parágrafo §260 de la *Enciclopedia* contiene el último paso dentro de la esfera de explicación del tiempo y del espacio. Desde el inicio de la reflexión hasta el lugar que nos ocupa se han desplegado las categorías de espacio y tiempo. Espacio y tiempo caen en la contradicción de ser lo mismo y no ser lo mismo. La completación de esta contradicción se resume en la superación de ambas categorías en una tercera que las envuelve.

Traspasados el espacio en tiempo y el tiempo en espacio, el concepto se concibe como lugar (Ort).

> «El espacio es en sí mismo la contradicción entre el indiferente ser-uno-fuera-de-otro y la continuidad indiferenciada; la pura negatividad de sí mismo y el *pasar primeramente al tiempo*. E igualmente el tiempo, puesto que sus momentos contrapuestos mantenidos juntos se superan inmediatamente, es el *precipitarse* inmediato en la indiferencia, o sea, en el indiferente uno-fuera-de-otro o *espacio.* Y así en éste la determinación *negativa,* o sea, el punto *excluyente* ya no es solamente en sí según el concepto, sino que está *puesto* y es en sí mismo *concreto* mediante la negatividad total que es el tiempo; el punto así concreto es el *lugar*.»[158]

El lugar es el punto que, vuelto sobre sí y a través de la mediación de la negación absoluta que es el tiempo, deviene concreto. El lugar es el punto en el tiempo. Antes de ello, ha sido necesaria la superación de la contradicción inserta en el espacio y en el tiempo. La contradicción que el espacio guarda en sí reside en que, por un lado, el espacio es la mera yuxtaposición indiferente de los elementos que lo componen, (puntos, líneas, etc.) y la continuidad de la misma. Es decir, el espacio es, a la vez, continuo y discreto; o más bien, el espacio es la continuidad indefinida de la yuxtaposición indiferente de sus elementos.

La contradicción que guarda el tiempo en su interior se manifiesta en que sus elementos o dimensiones, siendo lo mismo, desaparecen en el momento de su identidad. El presente es el momento de la identidad de pasado y futuro. Pasado y futuro son, tan sólo, cuando son presente, pero entonces dejan de ser. El presente es, por otro lado, el momento que siendo, deja inmediatamente de ser para transformarse en pasado y futuro. De ahí que también los momentos del tiempo «se absorben» y se mantienen completamente indiferentes entre sí, pero de tal modo que su yuxtaposición traspasa al espacio y no se mantiene en sí como en el caso del espacio. Por eso la realidad del tiempo es la del mismo presente diferenciándose infinitamente en su mismidad indiferente.

Una vez superadas estas contradicciones, se revela la unidad esencial del espacio y del tiempo. Ambos constituyen el primer momento de la exterioridad, momento que se diferencia en sí mismo en dos modalidades de negación: la negación parcial y abstracta del espacio, y la negación absoluta del tiempo. La unidad esencial de los momentos se concretiza en el lugar. El espacio se concretiza sólo por medio del tiempo y el tiempo sólo se concretiza en el espacio. Esta unión tiene como resultado el lugar. El lugar es un espacio individualizado sólo en cuanto que «posee» un presente.

El concepto, que queda ilustrado de la misma manera en lo que a la intuición y a la imaginación se refiere, se ha diferenciado y encuentra ya una tierra firme sobre la cual cabe desarrollarse en forma de ciencia.

La imaginación, y la representación, en general, no encuentran ninguna transición desde el primer punto abstracto del espacio al punto como lugar. En ambos casos, lo que ahí aparece es la profusión ilimitada de puntos indiferentes y yuxtapuestos entre sí. La representación no diferencia al punto abstracto espacial del lugar. El hecho de que para llegar conceptualmente hasta el lugar se requiera la superación dialéctica de la separación entre espacio y tiempo queda ignorada por la representación. La razón es sencilla: la imaginación no puede representarse el tiempo sino como espacio, por eso es lo mismo para ella el simple punto y el punto

como lugar. Sin embargo, refleja, de manera abstracta, la verdad que el concepto encierra.

El lugar, que es el punto espacial concreto, es puesto exteriormente para consigo mismo. La determinación de un lugar no afecta para nada su cualidad. Todos los lugares, en cuanto lugares, son el mismo. Puesto que, además, el lugar es la unión o el traspaso mutuo del espacio exterior infinito y de la infinita continuidad negativa del tiempo, contiene en sí la negación de sí mismo. Indiferente e inmediato para sí, el lugar, por medio de esta negación para consigo es exterior a sí mismo: es otro lugar.

Se repite la misma modalidad de negación que afectaba en su concepto al punto espacial. Se reproduce esta repulsión del lugar para consigo y se produce el mismo estallido infinito de lugares. Así como se produce una infinitud continua de puntos, se recrea una infinitud continua de lugares. La determinación del lugar es una operación exterior al mismo y por ello relativa. No hay lugares absolutos sino mediados por la relación entre el tiempo y el espacio.

Este transformación continua del espacio y del tiempo en lugar por medio de su relación mutua es el movimiento (Bewegung).

Por lo que se ofrece, el movimiento es anterior al móvil, si entendemos por móvil cualquier entidad natural. Lo que se mueve primeramente no es algo concreto individual que recorre una distancia desde un lugar a otro. El verdadero sujeto del movimiento es el mismo concepto como tiempo y espacio. Ahora bien, el concepto en cuanto espacio y tiempo determinados en el lugar es la materia.

> «Este devenir, sin embargo, es también igualmente la coincidencia de su contradicción, la unidad *inmediata*, *idéntica* y *existente* de espacio y tiempo: (es) la *materia*[159]».

De esta manera tan soberbia como escueta, Hegel nos ofrece el nacimiento de las determinaciones fundamentales del universo físico. Concretamente, la aparición de la materia como superación de la contradicción entre espacio y tiempo establece un paso formidable que sólo

será realmente asumido en la física relativista. En este sentido, Hegel se adelanta a la ciencia de su tiempo. La razón es bien sencilla: sólo el concepto puede garantizar un establecimiento firme de las determinaciones científicas. Si la deducción de las nociones principales es conceptualmente correcta no hay medio de negar la verdad ahí encerrada. Con la confianza puesta en la potencia de la razón, Hegel despacha, como si fuera algo obvia, la deducción de estos conceptos. Solamente esta elevación de la facultad de la razón puede proporcionar la ilustración de este paso gigantesco. Fuera de esta posibilidad, el paso que lleva a la fundamentación de la existencia de la materia es inconcebible.

La materia surje a la par que el movimiento como devenir del espacio en lugar a través del tiempo y viceversa. Para dar razón de la materia es completamente inútil recurrir a una simplificación absoluta de la misma noción. Mientras se continúa buscando el fundamento u origen de la materia en una materia más elemental se está confundiendo la dirección de la investigación. La materia ha de hallar su fundamento fuera de sí puesto que la materia es, por excelencia, el ámbito de la exterioridad, de lo que es exterior a sí mismo, de lo que carece en sí de determinación. La materia originaria misma, esta que aparece en la explicación de Hegel, no contiene en sí ni el principio de su fundamentación ni el de su determinación. Sólo el concepto puede fundamentar su existencia.

Esta idealización (que no es tal por no ser el concepto algo sólo ideal) de la materia parece significar una superchería de la razón, una especulación completamente acientífica. Este parecer viene motivado por razones que el propio Hegel expone a continuación[160]:

> «El paso de la idealidad a la realidad, desde la abstracción a la existencia concreta, aquí desde espacio y tiempo a la realidad que aparece como *materia*, es incomprensible para el entendimiento y, por consiguiente, se convierte siempre para él en algo exterior y dado. La representación corriente consiste en contemplar espacio y tiempo como *vacíos*, indiferentes a ser llenados y, sin embargo, contemplarlos también como siempre llenos; en tanto *vacíos* dejar que se *llenen desde fuera* y des este modo por las cosas materiales, por un lado, como indiferentes ante espacio y tiempo, pero, por otro lado, tomarlas a la vez como esencialmente espaciales y temporales[161]».

En estas palabras, Hegel resume el concepto que sobre estas determinaciones funcionaba en el ámbito mismo de la ciencia. Por debajo de esta advertencia se vislumbra la dirección de la crítica hegeliana. Esta es constante. El verdadero discurso científico tiene que superar la visión del intelecto ordinario porque, de lo contrario, todas sus construcciones encontraran un fundamento extrínseco; es decir, un falso fundamento.

La deducción de las determinaciones tiene que ser interna para que el discurso científico encuentre una base real, una base intemporal; un fundamento definitivo que garantice el florecimiento de la verdad. Puesto que el intelecto encuentra en sus medios de explicación ciertas determinaciones ineludibles (espacio, tiempo, materia, etc.), es necesario que su contenido sea fruto del pensamiento donde residen. Traídas desde fuera, las determinaciones no pueden garantizar la verdad que requiere la ciencia.

En este párrafo de la *Enciclopedia*, Hegel resume el concepto que, acerca de estas determinaciones, ofrecía la ciencia de su tiempo. Basada en la obra de Newton, principalmente, el discurso científico es incapaz de mostrar la auténtica relación que liga al espacio al tiempo y a la materia. Aún más, este discurso acepta la presentación de tales determinaciones como algo dado, como algo que es captado intuitivamente en su auténtica verdad. Este intelecto científico, en su inocente satisfacción, no siente la necesidad de una fundamentación exhaustiva de sus primeros conceptos. En este sentido, la tarea de Hegel es, cuanto menos, encomiable, puesto que la pretensión de una fundamentación conceptual o filosófica de los primeros principios de la ciencia física (en este caso), resta como la más urgente y principal tarea del pensamiento científico. Todavía más, cabe pensar que, a ojos de Hegel, esta tarea es la que merece el verdadero esfuerzo del científico. Si los primeros principios de la ciencia no están sólidamente basados, el carácter científico de lo que a través de ellos queda establecido puede y debe quedar en entredicho. Esta exigencia se impone al pensador. Como el propio Hegel indica, unas líneas arriba, solamente la pereza impide que esta tarea sea llevada a cabo.

En esta advertencia radica la parte más interesante de la crítica hegeliana a los procedimientos científicos de su época. Nada más que la llamada a la comunidad filosófica y científica para encaminar el trabajo de la reflexión en este sentido, constituye el valor de sus apuntes epistemológicos.

Mientras que Hegel intenta ofrecer una génesis ontológica de los primeros conceptos que utiliza la ciencia de la naturaleza, la comunidad científica permanece, y se limita a mantener un concepto «común» acerca de los mismos. Según este concepto ordinario, el espacio y el tiempo son considerados como vacíos, como carentes de contenido propio. Siguiendo las enseñanzas de Newton y de Kant, espacio y tiempo son meros marcos, aunque necesarios, para la representación y existencia de los fenómenos naturales. El tiempo y el espacio son reducidos a ser entidades formales y separadas de cualquier contenido. Espacio y tiempo son indiferentes a lo que «dentro» de ellos pueda acontecer y existir. Espacio y tiempo permanecen fuera de la relación que liga a las cosas naturales entre sí. Espacio y tiempo son absolutos, independientes; en realidad, impensables, tan sólo intuidos. Lo que constituye su contenido, en este caso la materia o realidad, es traído desde fuera, les es añadido extrínsecamente. Así pues, por un lado las cosas materiales son exteriores al espacio y al tiempo, pero por otro lado, son espaciales y temporales. El tiempo y el espacio son exteriores a las cosas materiales, pero no cabría ninguna intuición de ellos sin cosas materiales que los «rellenaran.» Esta contradicción es insalvable para el intelecto común. El entendimiento no puede explicar este tránsito. El entendimiento no puede contemplar la unión esencial de estas determinaciones, su relación genética y ontológica. Contempla el espacio y el tiempo como entidades ideales, y las cosas materiales como lo real. De este modo, el paso de la idealidad a la realidad queda inexplicable e inconcebible. Constituirá siempre un misterio para el intelecto común la manera en la que este trasvase queda efectuado. El entendimiento no puede dejar de separar los registros de lo ideal y de lo real, y permanecerá siempre ciego frente al tránsito inmediato y continuo que se establece como señal de la unión indisoluble de las determinaciones que aquí entran en juego.

En lo que a la materia se refiere, para Hegel, esta noción común dice lo siguiente:

> «a) que es *compuesta*; esto se refiere a su abstracto uno-fuera-de-otro, al espacio.— En tanto que al tratar de ella se abstrae del tiempo y en general de todas las formas, se ha afirmado de la materia que es eterna e inmutable. Esto se sigue efectivamente de manera inmediata; pero una materia tal es también solamente algo abstracto, falto de verdad, b) La materia es *impenetrable* y ofrece *resistencia*, es perceptible, visible, etc. Estos predicados no dicen sino que la materia, para la percepción determinada es, por una parte, y en general *para otro*, pero, por otra, parte es también *para sí*. Ambas son las determinaciones que la materia tiene ciertamente en cuanto es la *identidad* de espacio y tiempo, del inmediato *uno-fuera-de-otro* y de la *negatividad* o de la singularidad en tanto está-siendo *para sí*[162]».

La caracterización de la materia por medio de estas dos determinaciones es clásica y las puntualizaciones de Hegel escuetas y claras. Por lo que se refiere a la primera de ellas, Hegel hace notar dos cosas:

1) Cuando la materia es contemplada como compuesta, lo que en realidad se indica es su carácter espacial. Efectivamente, al pensar la materia como compuesta, se manifiesta que las partes que la componen forman una continuidad de elementos exteriores unos a los otros. La materia en sí, rechaza cualquier interioridad o negatividad para sí. Negando estas características, la materia hace abstracción del tiempo, y entonces, puede decirse que es «eterna e inmutable» (ewig und unveränderlich). De esta manera, la materia traduce su identidad para con el espacio. Pero del mismo modo que este, sólo se muestra como una abstracción. Una materia así no existe. Constituye, tan sólo, uno de los momentos de su determinación.
2) En segundo lugar, se dice que la materia es «impenetrable y resistente» (undurchdringlich und leistet Widerstand). Así pensada, la materia es concebida en su concretización individual. Sólo a una materia individual y concreta pueden asignársele tales características. En cuanto así pensada, la materia recoje en sí el momento de la temporalidad que le es inherente. La materia en sí, simplemente espacial y abstracta, retoma para sí por medio de su determinación temporal y se concretiza e individualiza.

En resumen, la materia concebida de esta manera no puede dejar de contener lo que ella es; es decir, la identidad de espacio y tiempo, la identidad de los dos momentos que la constituyen: «la exterioridad inmediata y la negatividad o individualidad que es por sí» (des unmittelbaren Außereinander und der Negativität oder der ais für sich seienden Einzelnheit hat).

Lo que este párrafo enseña es que el entendimiento no puede dejar de contemplar el verdadero concepto de la materia. La diferencia es que esta contemplación no es puesta por sí en el discurso científico sino tan sólo aceptada exteriormente y sin reflexión. El verdadero esfuerzo filosófico o científico consiste en poner de relieve, en hacer consciente, la razón dialéctica que emplaza las determinaciones en su lugar y las refiere a su verdadero origen

5.2. *Tránsito de la idealidad a la realidad. Ejemplos de la mecánica. La palanca, la velocidad y la fuerza*

Como ilustración del tránsito de lo ideal a lo real, Hegel trae a colación un ejemplo extraído de la mecánica. Según este ejemplo, en ciertas operaciones de la mecánica, dicho tránsito se efectúa constantemente y es solamente debido a la cegera del entendimiento y de la representación que esta unión sea descuidada. En efecto, en el caso de la palanca, que es el ejemplo tomado por Hegel, pueden substituirse, logrando el mismo resultado, la distancia y la masa. La cantidad de fuerza calculada permanece invariable en el caso de que un aumento de la distancia, por ejemplo, sea sustituido por un aumento de la masa y viceversa. Esto significa, para Hegel que 1) los cuantos fijados idealmente ofrecen «el mismo efecto que el momento real correspondiente» (dieselbe Wirkung als das entsprechende Reelle) y 2) «el carácter intercambiable de la realidad y la idealidad» (daß nämlich die Idealität die Stelle der realität, und umgekehrt, vertreten kann[163]).

Lo mismo puede decirse del fenómeno del movimiento. La velocidad (Geschwindigkeit), que indica la relación cuantitativa entre el espacio y el

tiempo puede representar igualmente la masa (Masse) en movimiento. En este sentido, pueden intercambiarse los cuantos correspondientes. Así, un aumento de la velocidad es correspondiente a un aumento de la masa.

> «Un ladrillo no mata de suyo a un hombre, sino que este efecto lo produce únicamente por la velocidad requerida, es decir, que el hombre es mortalmente golpeado por el *espacio* y el *tiempo*[164]».

Para finalizar con esta ilustracción acerca del tránsito entre la idealidad y la realidad, Hegel se ocupa de la determinación que, a su juicio, impide una auténtica comprensión de la relación que mantienen entre sí estos registros. Esta determinación es la noción de fuerza.

> «La determinación reflexiva que se llama *fuerza* es aquí aquello que, una vez fijado por el entendimiento, está ahí como algo último y le impide a ese mismo entendimiento preguntarse luego por las relaciones que guardan entre sí las determinaciones de la fuerza.»[165]

Al imponer la determinación de la fuerza (Kraft) como último recurso explicativo se impide llegar al esclarecimiento de lo que, en los fenómenos analizados anteriormente, resulta realmente efectivo; es decir, la identidad de lo ideal y de lo real. El concepto de fuerza queda sin explicar, como si fuera, de nuevo, obviamente entendido e intuido. Pero por otro lado, se reconocen los efectos sensibles de la misma. Mientras que por un lado se la hipostasía, por el otro se admite su influencia y encarnación en el mundo fenoménico. Además, se olvida el hecho de que la manifestación real de la fuerza «…se alcanza *según su exteriorización real* mediante la relación (Verhältnis) de los momentos ideales (ideellen Momente) del espacio y del tiempo[166]». La fuerza es inseparable de sus efectos, de su exteriorización. Esta misma exteriorización constituye la esencia de la fuerza. Como tal, puede decirse que la fuerza, que es inscrita desde el exterior a la materia, constituye, por el contrario, la verdadera «esencia» de la misma. Mientras se contemplan las fuerzas «insertadas» (eingepflanzt) en la materia desde el exterior, se olvida y se desconoce su verdadera esencia.

Lo importante a este respecto es considerar el hecho de que la determinación de los fenómenos de la fuerza, que el intelecto científico

repudia considerarlos y referirlos al registro ideal, viene ofrecida por las determinaciones ideales que son el tiempo y el espacio, es decir, determinaciones no materiales. La fuerza misma, su esencia, sólo consiste en esta exteriorización referida siempre a estos momentos ideales, con lo que se demuestra, en intención de Hegel, la capacidad de la reflexión filosófica para la aclaración y verdadera contemplación y establecimiento de los conceptos principales de la ciencia.

5.3. *La materia y movimiento. La mecánica finita. El cuerpo*

En el parágrafo §262 de la *Enciclopedia*, Hegel aborda el concepto propio de la materia. Este concepto se desarrolla a través de varios puntos. Estos puntos son:

a) La repulsión y la atracción. En este punto, Hegel detalla y aclara el verdadero alcance de estas determinaciones frente a la construcción kantiana de la materia a través de las mismas.

b) El concepto de la gravedad. La gravedad constituye la determinación esencial de la materia. Pero para llegar hasta ella es necesario examinar los momentos conceptuales anteriores que la constituyen. Estos momentos son los instituidos en los *Principios metafísicos de una ciencia de la naturaleza* de Kant**[167]**.

«La materia, en cuanto meramente universal e inmediata, tiene en primer lugar solamente una distinción *cuantitativa* y está particularizada en distintos *quanta*, o sea, *masas* que bajo la determinación superficial de un todo o (un) uno, son *cuerpos*. De modo igualmente inmediato el cuerpo es distinto de su idealidad y esencialmente es desde luego espacial y temporal, pero lo es como estando *en* el espacio y *en* el tiempo, y aparece como *contenido* de ellos, indiferente ante esta forma**[168]**».

El parágrafo §263 está dedicado a la presentación e introducción de una nueva fase en la constitución de la materia. Esta fase la constituye el cuerpo

(Körper). Las palabras de Hegel son claras e importantes. Destacan varias ideas.

La primera de ellas clasifica la materia dentro de la categoría general de cantidad. Por tanto, la materia tomará sobre sí los rasgos principales que adornan la esencia de esta categoría.

Como la exterioridad constituye el rasgo fundamental de la cantidad, la materia permanecerá, por ahora, fuera del dominio de la autodeterminación. El paso que va de la materia primera hasta la materia como cuerpo no es un paso realmente enriquecedor. En cualquier caso, las determinaciones que permiten tal avance son determinaciones estériles, puramente formales y superficiales. El párrafo guarda cierta semejanza con otros de la *Ciencia de la Lógica* dónde se subraya el carácter meramente formal de lo que resulta de la superación de la categoría de la cualidad. La cualidad vuelta sobre sí, se constituye en una unidad meramente formal, a través de la cual, es imposible diferenciar realmente unos algos de los otros[169]. Del mismo modo, la materia que ha vuelto sobre sí tras de la superación en materia «grave» de los momentos de repulsión y atracción (que, preciso es recordarlo, funcionan en los primeros momentos de constitución de la cantidad) se transforma en una materia formalmente individual: en cuerpo. El cuerpo retiene esta unidad superficial de la materia consigo mismo: esa materia entroncada y cohesionada consigo mismo y que se ofrece como una y entera a la intuición.

La segunda idea importante del parágrafo se refiere a la relación que mantiene el cuerpo con sus constituyentes ideales, espacio y tiempo. La relación es de contradicción. Por un lado, el cuerpo es la unión de espacio y tiempo. No es nada más que esta unión y, sin embargo, es completamente indiferente. Aparece como un contenido que se mantiene indiferente y se separa de sus elementos ideales. Espacio y tiempo no son más que el dominio ideal de su determinación. Constituyen el cuerpo y, a la vez, el cuerpo, que no puede dejar de ser esta unión, aparece completamente indiferente frente a ellos. Puede observarse aquí el verdadero alcance de la relación que se establece en el dominio de la pura exterioridad. Pueden

observarse, por un lado, elementos esencialmente unidos y necesarios los unos a los otros en su determinación, y, por el otro lado, estos elementos permanecen indiferentes los unos a los otros. La verdad de su relación resbala siempre sin alcanzarlos. Los elementos que constituyen la exterioridad (espacio, tiempo, materia, en este caso) permanecen impermeables a su determinación. Son incapaces de mostrar en su concepto la reflexión por la cual comprometan su devenir. Son incapaces de conformarse como individuos diferenciados y concretos. El carácter de su exterioridad resulta de esta imposibilidad.

De la contemplación de la esencia del cuerpo puede deducirse su característica principal: el cuerpo es inerte (träge). Esto es lo que contiene el parágrafo §264.

> «Con arreglo la determinación espacial, en la que el tiempo está superado, el cuerpo es *duradero*; con arreglo a la determinación temporal en la que está superada la subsistencia espacial indiferente, el cuerpo es *perecedero*; es en general un uno enteramente *contingente*. Es precisamente la unidad que vincula los dos momentos en su *contraposición*, o sea, *es movimiento*. Pero así como el cuerpo es indiferente ante el espacio y el tiempo (§ precedente) y lo es también ante la referencia a ellos —el movimiento— (§261), éste es *extrínseco* al cuerpo como su negación del mismo —el reposo— el cuerpo es *inerte*[170]».

En el parágrafo anterior, se destaca la indiferencia del cuerpo para con sus constituyentes ideales. Por medio de la indiferencia que se refiere al tiempo, el cuerpo tiene una duración, persiste en sí con indiferencia al tiempo. El cuerpo se limita a durar. Por medio de su indiferencia para con el espacio, el cuerpo se limita a pasar. En realidad, el cuerpo es «un **uno** enteramente contingente» (ein ganz zufälliges Eins)[171].

La indiferencia del cuerpo no se limita a la indiferencia para con cada uno de sus elementos ideales sino también para con la relación de estos dos elementos, el movimiento. Al cuerpo, el movimiento le viene de fuera. En realidad, el cuerpo mantiene con el movimiento la misma relación que mantiene con el espacio y con el tiempo. En este sentido, el cuerpo es movimiento. Puesto que el movimiento es la relación y unidad de espacio y tiempo, y, puesto que también el cuerpo es la unión de espacio y tiempo, cabe pensar que, movimiento y cuerpo son el doble reflejo de esta unión o

superación. Es esencial al cuerpo el ser movimiento, el estar configurado en torno a la aparición del movimiento. La formación del movimiento y del cuerpo es una y la misma. Son dos caras de la misma moneda. A pesar de ello, el cuerpo se mantiene indiferente para con el movimiento. Siendo indiferente para con el movimiento, el cuerpo mantiene la misma relación con el opuesto del movimiento, el reposo (Ruhe). Que el movimiento y el reposo no pueden ser pensados el uno sin el otro es una muestra elemental de la unión conceptual de los opuestos. Pues bien, si algo es indiferente para con uno de los opuestos, necesariamente ha de serlo con respecto al otro. En el lugar que nos ocupa, y por las consecuencias que tiene en el análisis de la mecánica efectuado por Hegel, esta idea es importante. El cuerpo es indiferente al movimiento y al reposo. Nunca un cuerpo, tenderá, por este motivo, al movimiento o al reposo. En cualquier caso, algo exterior al mismo provocará que el cuerpo sea situado en movimiento o en reposo. Por lo tanto, decir del cuerpo que es inerte, no significa que se mantenga en reposo o en movimiento. Simplemente quiere decir, que el cuerpo no permanece, por sí, en ninguno de estos estados. Las consecuencias pueden ser importantes a la hora de comparar la mecánica hegeliana con la newtoniana.

El primer contraste con los principios de la mecánica aparece en el añadido que el propio Hegel escribe en el parágrafo §264. El contraste toma como punto de partida la relación puesta (o mejor falta de relación) por Hegel entre el cuerpo y las determinaciones del tiempo y del espacio. Movimiento y reposo serán características propias y puestas en sí por el cuerpo, sólo cuando supere su estado abstracto de unión inmediata de tiempo y espacio. Puesto que el cuerpo es indiferente al movimiento y al reposo, (dentro de la indiferencia más general para con el espacio), cualquier estado en el que el cuerpo se encuentre hallará su causa en el exterior. Este es para Hegel, uno de los axiomas de la mecánica física.

> «… es un axioma de esta mecánica que el cuerpo, sencillamente, sólo mediante una *causa exterior* se pone en movimiento como (si se lo llevara) a un *estado*, e igualmente reposo[172]».

Derivado de estas palabras y corroborado en las siguientes, aparece en este contexto uno de los pasos más comprometido e ilustrativo, en lo que a la aplicación del concepto de ciencia hegeliano se refiere. A raíz de esta consideración del cuerpo abstracto y concreto, Hegel establece una división de esferas dentro del contenido de la ciencia de la mecánica. En Hegel, la contemplación del problema es la siguiente.

5.4. *El choque*

El movimiento que un cuerpo recibe desde el exterior por medio de otro cuerpo, es la primera (y única en este nivel) relación que mantienen entre sí los cuerpos finitos. Puesto que los mismos son indiferentes hacia el movimiento o el reposo, necesariamente el contacto que entre sí mantengan sera igualmente exterior. La puesta en contacto de dos cuerpos finitos observa los siguientes momentos.

a) Por medio de esta «comunicación del movimiento» (Mitteilung der Bewegung) cabe decir que, en realidad, los dos cuerpos no forman más que uno, ya que, al mantener diferencias meramente cuantitativas entre sí, nada impide la consideración de ambos como uno. Por medio de este movimiento único que los relaciona, los cuerpos derivan a su unidad. Nada más fácil que transformar lo múltiple en uno cuando las diferencias que los múltiples mantienen entre sí son solamente cuantitativas. Puesto que un cuerpo que retiene sólo la determinación cuantitativa es indiferente para consigo mismo, nada impide, ninguna resistencia encuentra el concepto para reunificar en un monto o cuerpo las diferentes cantidades o cuerpos. Esto es lo que se concibe en el fenómeno de la comunicación del movimiento entre cuerpos finitos inertes. El movimiento único comunicado suprime la diferencia indiferente entre los mismos.

b) Sin embargo, esta reunificación de los cuerpos no significa la desaparición de los mismos, de la misma manera que en un monto formado por diversas unidades estas no desaparecen en la consideración del monto total. Quedan suspendidas pero no desaparecen. Algo similar ocurre en el fenómeno del movimiento comunicado. Los cuerpos se ofrecen una mutua

resistencia por medio de la cual, imponen la inmediatez de su unidad para consigo mismo. El mantenimiento de esta unidad refleja uno de los conceptos principales mediante el cual cabe pensar el cuerpo material.

> «Este su ser-para-sí, que está más particularizado por el *quantum* de la masa (de cada uno), uno frente al otro, es su *gravedad* relativa: *peso* como gravedad de una masa cuantitativamente particularizada (extensivamente, como una multitud de partículas graves; intensivamente, como presión determinada, *vid.* §103 N); este peso en cuanto determinabilidad real que se une a la determinidad ideal— cuantitativa del movimiento (la velocidad), constituye una sola *determinidad (quantitas motus),* dentro de la cual cada una de aquellas determinidades (peso y velocidad) puede ocupar el puesto de la otra cfr. §261 N[173]».

Este segundo momento en el fenómeno de la comunicación del movimiento completa la determinación por cuyo medio el cuerpo adquiere un peso (Gewicht). La determinación del peso de los cuerpos sólo puede tener lugar si, ofreciéndose una resistencia mutua, y manteniendo, de esta forma su inmediata unidad para consigo, ambos cuerpos se integran en una unidad superior que consiste en la relación, a través del movimiento de ambos cuerpos. El cuerpo que no ofrece ninguna resistencia a la comunicación del movimiento (o primera relación) queda suprimido literalmente. Pero de la misma forma, el cuerpo que no entra en esta relación queda imponderable. Estos dos momentos son los exigidos para la determinación de la gravedad del cuerpo.

c) Por fin, cabe decir que el peso y la velocidad (cantidad de movimiento) cierran el círculo de la esfera en la cual el cuerpo finito permanece indiferente a su relación con el tiempo y el espacio. A través de esta superación de su inmediatez, el cuerpo «queda interesado» en su determinación espacial y temporal. Este interés, todavía relativo y abstracto, refleja la medida de su gravedad relativa.

Una vez alcanzada esta determinación, queda por analizar la situación actual en lo que a la situación espacio-temporal de los cuerpos se refieren.

La magnitud de tipo intensivo (intensiv) en la que consiste el peso o la gravedad revela la contradicción inherente al cuerpo finito. Anteriormente,

se ha establecido que es propio del cuerpo tener fuera de sí el centro de gravedad. Ahora, por medio del momento de resistencia o para sí del cuerpo en su relación con los otros cuerpos, este fija en un punto de su interior el centro de gravedad. Tal contradicción desaparece si tenemos en cuenta que Hegel habla en el primero de los casos de una «gravedad relativa» (relative Schwere), es decir, de un centro que se produce en la»confrontación» con otros centros de materia a raíz del momento de atracción de la materia y que constituye, junto con el de la repulsión, el cuerpo material. Este primer centro de gravedad relativa no sustituye ni suprime la esencia del cuerpo material: tener el centro fuera de sí. Este centro que permanece fuera de los cuerpos es la «base sustancial» (substantielle Grundlage) en tomo al cual tienen lugar los fenómenos del choque y de la resistencia (Widerstand) entre los cuerpos. Tan sólo por tener su centro fuera de sí, pueden los cuerpos entrar en este tipo de relación. El pensar que, en general, los cuerpos tienen en sí su propio centro, produce la imaginación de un universo material donde queda excluido no sólo el movimiento sino también el reposo, es decir, un mundo inconcebible. El hecho de que pueda y se conciba un mundo donde los cuerpos mantienen este tipo de relación, (choque, resistencia, supresión, etc.) quiere significar, o mejor, requiere que el cuerpo material, exterior completamente a sí mismo, tenga «tendencia» (Streben) siempre a un centro que permanece fuera de sí. En cuanto el cuerpo hace uno con su centro deja de ser un mero cuerpo material.

Hay que significar, que en estos momentos, Hegel trata de construir el tránsito desde el movimiento puramente accidental, el choque, hasta el movimiento absoluto o libre. El paso se produce a través del fenómeno de la caída. En este fenómeno, puede vislumbrarse de forma vaga e incompleta lo que más adelante, en otra esfera de contemplación, corresponde al movimiento libre. En efecto, dentro del fenómeno de la caída, el cuerpo no entra en movimiento, a raíz de una presión exterior como la del choque, sino que que es el concepto propio de la materia, la tendencia hacia su centro, que reside fuera de él, la verdad que se está revelando. Lo que antes era un movimiento accidental pasa a ser un movimiento esencial o en conformidad al concepto.

Bajo esta modificación, Hegel explica el paso del movimiento al reposo. Tanto en un caso como en el otro, el reposo significa el encuentro del punto medio.

Podríamos resumir estos desarrollos de la siguiente manera.

a) La primera relación entre los cuerpo es exterior. Consiste en una comunicación de movimiento. Formación de un único cuerpo.
b) Esta relación primera que los cuerpos mantienen entre sí produce la aparición de su centro de gravedad relativo: su peso. Mantenimiento de la identidad abstracta del cuerpo consigo.
c) Choque y resistencia son las modalidades de la relación entre los cuerpos.
d) El punto medio que resulta de esta relación significa el paso al reposo. Tendencia al centro de gravedad. Presión de unos cuerpos sobre otros.
e) Paso de la accidentalidad al concepto: fenómeno de la caída. Supresión del movimiento accidental. Tendencia al centro de gravedad. El cuerpo, aún no siendo del todo libre, se mueve esencialmente hacia su centro.

Dentro de la *Enciclopedia*, el siguiente paso nos llevaría al tratamiento del concepto de gravedad dentro de la esfera de la mecánica absoluta. Puesto que esta esfera ha sido analizada con ocasión de la discusión en tomo al concepto de fuerza, nada nuevo queda aquí por decir. De tal manera, que si se siguiera avanzando a través de la filosofía de la naturaleza, el pensamiento se vería en la obligación de traspasar el gran círculo de lo que Hegel denomina propiamente «física», cuyo primer nivel lo constituye la física de la individualidad libre. Como quiera que esta esfera escapa a las posibilidades de una comparación entre los métodos de la matemática y la filosofía y que, además, la continuación del análisis provocaría extender este trabajo más allá de lo conveniente, es hora de poner aquí el punto final a este viaje de exploración en torno al concepto de ciencia de la filosofía de Hegel.

EPÍLOGO: ¿CIENCIA SIN FILOSOFÍA?

En realidad, el punto final se convierte en un punto y seguido. Las conclusiones que pueden ser extraídas han de considerarse de forma provisional. Entre dichas conclusiones, la más interesante y la quizás menos provisional y más definitiva, destaca el valor de los puntos de vista hegelianos. Tras superar una época en la que las directrices positivistas han marcado con su sello la valoración de las ideas acerca de la ciencia, la conciencia acerca del uso inmanente de los conceptos propiamente metafísicos o filosóficos en el trabajo de las ciencias ha de adquirir una mayor elevación y relevancia. En esta perspectiva, la obra de Hegel tiene aún algo que decir. La determinación exacta de la trama conceptual (con sus diferentes niveles y esferas y consiguientes tratamientos específicos) implicada en las elaboraciones teóricas de las ciencias puede ilustrar la validez de las ideas hegelianas. La necesidad de una mayor implicación ontológica (absoluta en las pretensiones de Hegel para con el más puro concepto de ciencia) entre los métodos y la elaboración de los objetos científicos es otro de los puntos que sirven para ampliar el horizonte de la ciencia y aumentar el grado de rigor que a ésta cabe exigir. Por supuesto que estas aportaciones son indiferentes para el trabajador de la ciencias empíricas; su ocupación inmediata y cotidiana puede prescindir perfectamente de las mismas. Pero para quien dedique sus horas a la investigación y al abastecimiento de nuevas posibilidades de contemplación de los objetos científicos, la lectura de los textos de Hegel concernientes al pensamiento científico, puede aportar una conciencia nueva o más profunda acerca de lo que verdaderamente puede ser considerado científico.

Ciñéndonos ahora a la filosofía de Hegel, varios puntos han quedado relativamente claros a lo largo del trabajo.

El acercamiento de Hegel a las ciencias positivas de su tiempo se efectúa desde un conocimiento profundo de la materialidad de las ciencias de las que se ocupa. Es tiempo de que la leyenda que evoca un personaje simplemente especulativo que desconoce las determinaciones fundamentales de las ciencias positivas sea olvidada. Incluso aquellos que en los últimos tiempos han criticado con mayor dureza y seriedad los puntos de vista y análisis de Hegel, reconocen el hecho evidente de que el filósofo alemán estaba dotado de los suficientes conocimientos científicos como para hablar con propiedad acerca de los asuntos tratados en su obra.

Queda aún por efectuar un reconocimiento detallado de esa considerable cantidad de páginas de la *Enciclopedia* dedicada al estudio de diversas disciplinas como la química o la geología, por poner un ejemplo.

El horizonte desplegado por la filosofía de Hegel (y descubierto primeramente por Kant) se constituye como aspiración a la que tienden, de hecho, todas las disciplinas científicas. La superación de la barrera que supone la separación ontológica original entre el sujeto y el objeto de la ciencia, con las consecuencias que ello acarrea; la necesidad de que la filosofía se ocupe de la deducción de los principios de las ciencias y las observaciones en tomo a la forma que ha de adquirir la expresión de la verdad científica constituyen, entre otros puntos, valiosas aportaciones al concepto bajo el que cabe aprehender la esencia de la actividad científica.

Hemos visto, igualmente, que el pretendido rechazo y menosprecio de las ciencias empíricas por parte de Hegel sólo puede ser aludido cuando no se han leído con detenimiento los textos del autor. En general, cabe decir que aquellos que se ocupan de las tareas empíricas, en las ciencias que lo requieran, nunca encontrarán palabras desdeñosas por parte de Hegel. Al contrario, y ha sido recordado, las ciencias empíricas constituyen una «condición» para los trabajos filosóficos. En cualquier caso, son los propios filósofos los que han de sentirse aludidos críticamente en la obra de Hegel

por el desconocimiento de las determinaciones empíricas que han de alimentar su posterior especulación teórica. Este desconocimiento es ampliable a la matemática. Difícil es encontrar hoy día filósofos que tengan un conocimiento de la matemática comparable al que Hegel poseía de la de su tiempo. En efecto, las observaciones realizadas dentro de las tres notas de la *Ciencia de la Lógica* constituyen uno de los intentos más valiosos realizados dentro de la especulación filosófica por captar la esencia de esta ciencia y fundamentar el entramado de sus conceptos fundamentales. Cabe, por supuesto, y algunos ha sido constatados, encontrar deslices y malentendidos de Hegel a la hora de abordar los complejos problemas que se plantean en el cálculo diferencial, pero ello no significa que el abordaje hegeliano constituya, de raíz, un intento que traduzca malentendidos fundamentales. Al contrario, Hegel supo ver los puntos críticos, decisivos y más débilmente fundamentados en las operaciones del cálculo; problemas por cuya solución pasaba la fundamentación rigurosa del análisis a mediados del siglo XIX, fueron ya objeto de la atención de Hegel. Pero la aportación (discutible, sin duda) más valiosa de Hegel al respecto, consiste en la determinación de la legitimidad de la matemática a la hora de ofrecer la esencia de los fenómenos físicos y en la consiguiente representación ofrecida por esta ciencia a la que queda reducida la realidad.

En resumen, puede asegurarse, sin mucho riesgo de cometer una desviación valorativa importante, que la reflexión hegeliana en tomo a las matemáticas constituye un punto de referencia para los estudios filosóficos que contemplen la necesidad de interiorizar las aportaciones de esta ciencia. Concretamente, y Hegel no deja de señalarlo, la captación del verdadero concepto del infinito pasa por el análisis del mismo tal y como se desarrolla en el cálculo infinitesimal. Sólo así se puede aprehender este concepto fundamental sin que el discurso se limite a hablar metafóricamente.

Los resultados derivados del análisis del concepto de infinito sirven de guía a la hora de completar los posteriores desarrollos de las ciencias físicas, más particularmente, los que constituyen su primera esfera: la mecánica. La transición que se efectúa a través de las matemáticas

determina el concepto general bajo el que cabe contemplar y situar los límites de la mecánica. Influenciada esencialmente por la obra de Newton, la reflexión científica comienza a ignorar las insuficientes aportaciones de la filosofía de la naturaleza al respecto. Teniendo en cuenta que estas aportaciones eran prácticamente las únicas que la filosofía de la época pudo generar, no resulta difícil situar en esta encrucijada el momento en el que las ciencias comienzan a apartarse definitivamente de la reflexión filosófica. Hegel comprendió la trascendencia de la apuesta que se hallaba en juego y apostó fuertemente en contra de una tal separación. Con la doble intención de salvaguardar el uso correcto de las determinaciones metafísicas utilizadas en las ciencias y de mantener para la filosofía el interés esencial de las determinaciones concretas de las ciencias, Hegel edificó su filosofía de la naturaleza. A este respecto, no está de menos hacer una aclaración. En muchos manuales clasificados bajo la rúbrica de «Teoría de la ciencia» o «Epistemología» se considera a Hegel como uno más de entre los filósofos de la naturaleza del idealismo alemán. De las investigaciones efectuadas para la realización de esta edición puede afirmarse que esta filiación debe ser puesta en entredicho. Efectivamente, pero más bien en los inicios de su carrera filosófica, Hegel formó parte de este «movimiento». Sus relaciones con Schelling, principalmente, y su comunión en los objetivos generales de edificar un concepto general y único de la filosofía y de la ciencia, permitirían dicho punto de vista. Pero las diferencias (definitivas ya a partir de la *Fenomenología*) con respecto al resto de los filósofos de la naturaleza son evidentes. La más importante de ellas, es la renuncia a la utilización abstracta de las vistosas y llamativas metáforas alejadas del trabajo concreto de los científicos y la negativa al recurso de los esquemas de interpretación consiguientes. Por el contrario, la filosofía de la naturaleza de Hegel toma constante referencia (además de las exigencias de su concepto filosófico) de los conceptos básicos extraídos desde las ciencias positivas de su tiempo.

La relevancia y la necesidad de esta íntima relación tal y como ha sido desarrollada a lo largo de la historia es el criterio empleado por Hegel a la hora de juzgar y valorar la obra de los científicos y filósofos que pasan a formar parte de su propio devenir. Un devenir que, como tal, sigue abierto.

Depende fundamentalmente del interés y amor de los filósofos por su tarea el que los objetivos, casi perdidos en su tiempo, por los que Hegel construyó su obra filosófica, puedan seguir desplegándose como el horizonte más noble y duradero para aquél que guarda todavía la aspiración y el amor por la lucidez y la libertad.

DISSERTATIONI PHILOSOPHICAE

ORBITIS PLANETARVM

PRAEMISSAE THESES,
QVAS
RECTORE ACADEMIAE MGNIFICENTISSIMO
SERENISSIMO PRINCIPE AC DOMINO

DOMINO
CAROLO AVGVSTO

DVCE SAXONIAE IVLIACI CLIVIAE MONTIVM
ANGARIAE ET GVESTPHALIAE REL.

CONSENTIENTE
AMPLISSIMO PHILOSOPHORVM ORDINE
PRO LICENTIA DOCENDI
RITE OBTINENDA
PVBLICE DEFENDET

DIE XXVII. AVG. A. CIcIcccci.

GE. WILH. FRID. HEGEL
PHILOSOPHIAE DOCTOR
SOCIO ASSVMTO
CAROLO SCHELLING

WIRTEMB.

IENAE

TYPUSPRAGERI ET SOC

THESES.

I.

Contradictio est regula veri, non contradictio, falsi.

II.

Syllogismus est principium Idealismi.

III.

Quadratum est lex naturae, triangulum, mentís.

IV.

In Arithmetica vera nec additioni nisi unitatis ad dyadem, nec subtractioni nisi dyadis a triade, neque triadi ut summae, ñeque unitati ut differentiae est locus.

V.

Ut magnes est vectis naturalis, ita gravitado planetarum in solem, pendulum naturale.

VI.

Idea est synthesis infiniti et finid, et philosophia omnis est in ideis.

VII.

Philosophia critica caret Ideis, et imperfecta est Scepticismi forma.

VIII.

Materia postulad radonis, quod philosophia critica exhibet, eam ipsam philosophiam destruit, et prinapium est Spinozismi.

IX.

Status naturae non est injustus, et eam ob causam ex illo exeundum.

X.

Principium sciendae moralis est reverenda fato habenda.

XI.

Virtus innocendam tum agendi tum padendi excludit.

XII.

Moralitas ómnibus numeris absoluta virtud repugnat.

DE ORBITIS PLANETARUM

Quum praeter corpora coelestia, omnia alia quae natura gignit, 349
quamvis in suo genere perfecta speciem Universi exprimant, in prima naturae vi, quae est gravitas, sibi non sufficiant, et vi totius oppressa pereant, corpora autem coelestia glebae non adscripta et centrum gravitatis perfectius in se gerentia, Deorum more per levem aera incedant: animali illo, quod systema solis appellamus, non alia est sublimior puriorque rationis expressio, neque quae philosophica contemplatione dignior sit. Et laus illa, quae a Cicerone Socrati tribuitur, quod philosophiam de coelo detraxerit, et in vitam domosque hominum introduxerit, vel parvi habenda, vel ita interpretanda erit, ut philosophiam de vita et domibus hominum bene mereri non posse dicamus, nisi a coela descendat, omnemque operam in eo ponendam esse, ut in coelume vehatur.

Tali tantaeque rei tractandae dissertationis angustia parum commoda, elementa ejus tantum tradere permittit, in quibus ponendis ita versabor, ut primarias eas notiones discutam, a quibus scientiae astronomicae physica pars vulgo pendere solet, deinde quid vera philosophia de compage systematis Solaris quantum ad orbitas planetarum praecipue pertinet, statuat, exponam, denique quid vel in quantitatum determinandis rationibus mathematicis philosophia valeat, praeclaro ex antiqua philosophia petito exemplo demonstrem.

Qui ad hanc Physices partem accedit, eam coeli potius 351
mechanicam, quam physicam esse, legesque quas scientia astronómica exhibet, ab alia scientia, a Mathematica potius originem

ducere, quam ex ipsa natura vere petitas, seu a ratione constructas esse, facile videt. Postquam enim maximi nostri Kepleri felix ingenium leges, quibus planetae in orbibus suis gyrantur, invenerat, easdem Newton non physicis sed geometricis rationibus demonstravisse et nihilominus Astronomiam Physicae dedisse perhibetur, vim gravitatis, quam eandem cum vi centripeta sive attractiva esse vult, neutiquam in hanc physices partem introducens, omnes enim ante eum physici rationem planetarum ad solem, veram rationem i. e. vim realem ac physicam esse statuerunt, sed quantitatem vis gravitatis, quam experientia in corporibus terrae nostrae partem facientibus monstrat, cum quantitate motuum coelestium comparans, et ceterum omnia rationibus mathematicis, geometria et calculo efficiens. De qua cum Mathesi Physices conjunctione praecipue monendum est, ut caveamus, ne rationes pure mathematicas cum rationibus physicis confundamus, lineas, quibus geometria ad construendas theorematum demonstrationes utitur, temere vires aut virium directiones putantes. Totum quidem mathematicum non mere ideale aut formale sed simul reale et physicum esse censendum est; rationes enim quantitatum, quas Mathesis exhibet, eam ipsam ob causam, quod rationes sunt, naturae insunt, et si intelligantur, naturae leges. Verum ab ipsa totius ratione sejungendae sunt ejusdem analysis atque explicado, quae a perfectione naturae recedit, quoniam, matheseos parte geométrica a tempore, arithmetica autem a spatio abstrahente, illa totum geometricum solius spatii, haec totum arithmeticum solius temporis ***353***
principio, constituente, formalium totorum cognoscendi rationes a veris rationibus naturae, in quibus tempus et spatium conjunctae sunt, separantur; sublimiore autem geometria, quae geometriae calculum analyticum jungit, at ex ipsa necessitate temporis spatiique unitorum rationes emetiendi orta est, separationem nonnisi negative per notionem infiniti tollente, neque utriusque veram synthesin proponente, et in negotio suo a formali geometriae et arithmeticae methodo neutiquam discedente. Quapropter ne quae ad rationes cognoscendi mathesi proprias atque formales pertinent, cum physicis

rationibus confundamus, iis quibus mathematica tantum est realitas, physicam realitatem tribuentes.

Newton quidem non solum opus celeberrimum, quo leges motuum descripsit, earumque exemplum in systemate mundi proposuit, philosophiae naturalis principia mathematica inscripsit, sed et iterum herumque monet, se voces Attractionis, Impulsus vel Propensionis cujuscunque in centrum indifferenter et pro se mutuo promiscué usurpare; has vires non Physice sed Mathematice tantum considerando, cavendumque esse lectori, ne per hujusmodi voces cogitet, illum speciem vel modum actionis causamve aut rationem Physicam alicubi definire, vel centris (quae sunt puncta Mathematica) vires vere et Physice tribuere; si forte aut centra trahere aut vires centrorum esse dixcrit. Qualem autem Newton Physices habuerit notionem, vel et hoc solo patet, quod attractiones fortasse, si physice loquamur, verius dici Impulsus inquit; nos autem impulsum ad mechanicam neque ad veram physicam pertinere censemus, de qua harum scientiarum differentia infra plura dicentur; nunc autem monemus, si mathematicas rationes expendere vellet, mirandum esse, quod omnino virium nomine usus sit; ad mathematicam enim *355*
quantitates phacnomeni, vis autem cognitio ad physicam pertinet. Verum ubique virium proportiones se definiré putans, ex physica et mathematica commixtum aedificium exstruxit, in quo quid ad physicam scientiam pertineat, eamque vere auxerit, difficulter separatur.

Keplero quidem, qui gravitatem communem corporum esse qualitatem, attractionemque lunae fluxus refluxusque maris causam, et irregularitates motus lunaris a conjuncta solis terraeque vi oriri cognovit, si, qui puriori philosophiae et scientiarum amore sensuque praeditus esset, confusionem illam, quam ex virium, gravitatis, centripetae et centrifugae positione oriri videbimus, ferre potuisset, immortalium legum, quas invenit, purae et mathematicae expressioni speciem physicam subornare facillimum erat; legem enim, quam dedit, areas, quas corporum in gyros actorum radii vectores

emetiuntur, temporibus esse proportionales, transmutare poterat in hanc speciem physicae legis, gravitatem esse in ratione arcuum id aequales sectores pertinentium, et quum totae circulorum areae A, a sint ut Radiorum quadrata, 1/A : 1/a erunt ut, ut $r^2 : R^2$ et deinde 1/A et 1/a quantitatem motus, et si velis, quantitatem vis centripetae exprimentibus, dicere poterat, vim gravitatis sive centripetae esse in ratione inversa radiorum sive distantiarum. Qui autem illam, quam Newton propositionis: areas, quas corpora in gyros acta radiis ad immobile centrum virium ductis describunt, temporibus esse proportionales, demonstrationem dedit, pro vera demonstratione habere velit, ejus facilitati non invidendum est; ea enim demonstrado ***357***
arcus aeque ac arcas temporibus esse proportionales efficit; verum neutiquam arcus sed areas tantum temporibus esse proportionales efficiendum erat.

In iis, quae ad mathematicas demonstrationes multum faciant, sensu physico plerumque destituta referendam esse censeo celebrem illam virium resolutionem; nam quando mechanica motus directio ex oppositis virium plurium directionibus vere oriri potest, inde directionem vis vivac ex oppositis viribus proficisci non modo non efficitur, sed illa ratio mechanica, qua corpus a viribus ipsi alienis urgeatur, a vi viva plañe aliena censenda est. Sed ubi Newton, qui lucem, quam natura simplicem esse voluit, in partes dissecuit, ita alias simplices vires resolvit, lineasque quibus ad theoremata de illarum quantitatibus struenda utitur, vires appellat, physici jure mirantur, quomodo per tractationem phaenomeni mathematicam tanta virium multitudo oriatur, quas natura ignorat. Quum hac resolutione et inde constructo parallelogrammo virium omnis fere mechanicae et Astronomiae scientia nitatur, ipsa scientiae in se perfectae et phaenomenis naturae consentaneae magnitudo hypothesin illam probare videtur, ita ut hoc principium, quamvis, si solum spectetur, probabili ratione careat, quando multiplex illius usus apparet, maximam sibi fidem conciliet. Veram autem rationem, qua id, quod vis quaecunque efficiat, per quadratum, et omnes, quae ad eam

referuntur, quantitates, per rationes, quae ex constructione quadrati
profluunt, exponendum sit postea videamus; hic annotasse sufficiat,
resolutionem phaenomeni simplicis per lineam sive rectam sive
curvam expositi in alias lineas postulatum esse mathematicum, quod
multiplici commodo ad mathematicam redundante se commendet,
cujus principium autem ab alia scientia pendeat; neque de principio *359*
ex ejus usu et consectariis statuendum esse, neque lineis, in quas ex
illo postulato directio vis per lineam expósita resolvitur, ob
commodum mathematicum physicam significationem tribuendam
esse.

Nec vero alia vis centripetae, quantum a gravitate discemitur, et vis centrifugae origo apparet, quam illa ex resolutione directionis motus in lineas mathematicas ducta. Pars enim infinite parva circuli parallelogrammo includitur, ita ut sit ejus diagonalis, lineae autem laterales sint tangens eique in ultima ratione aequalis chorda sive sinus, et sinus versus eique in ultima ratione aequalis secans, quibus ita tribuitur realitas physica, ut altera pro vis centrifugae altera pro centripetae efficacia ponatur. Videamus primum de realitate vis centrifugae.

Illud quidem apparet, necessitatem lineae tangentis geometricam neutiquam efficere necessitatem vis physicae tangentialis. Geometría quidem pura circuli veram formam non mutat, neque ipsam peripheriam cum radio, sed lineas ex ratione peripheriae ad radium determinatas comparat et cognoscit; geometría autem quae circulum calculo subjicere et peripheriae ad radium rationem numeris exprimere conatur, ad hypothesin infinitorum laterum polygoni regularis confugit, ita tamen ut notione infiniti et ultimae rationis ipsum polygonum et rectas lineas simul tollat. Quid, si geometría ipsa a qua resolutio circuli in linearum rectarum multitudinem proficiscitur, hanc notionem pro mere hypothetica tractat, evanescentibus lineis rectis cum parallelogrammo ad infinitam parvitatem redacto, quomodo ab illa realitas earum linearum physica proficisci poterit?

Deinde si, nulla geometriae habita ratione, de ipsa vis centrifugae
physica realitate quaeramus, a philosophia quidem illa experimentan,
quam Newton seu potius omni aevo omnis Anglia longe optimam *361*
imo vero unicam et solam esse censuit, ne attendamus philosophicam vis centrifugae constructionem; hypothesin vis illius per experientiam solam firmare possunt et volunt; exemplis autem, quibus id efficere conantur, nihil tristius esse potest; afferunt praesertim, Newton et qui eum secuti sunt, lapidem qui in funda circumactus a circumagente manu abire conetur, et conatu suo fundam distendat, et quamprimum dimittatur, avolet; alio deinde vim centrifugam exemplo globi plumbei illustrant, qui data cum velocitate secundum lineam horizontalem a montis alicujus vertice vi pulveris tormentarii projectus pergeret in linea curva ad distantiam duorum milliarium, priusquam in terram decideret; et augendo velocitatem augeri posset pro lubitu distantia in quam projiceretur, et minui curvatura lineae, quam describeret, ita ut tándem caderet ad distantiam graduum decem vel triginta vel nonaginta; vel denique ut in terram nunquam caderet, sed in coelos abiret et motu abeundi pergeret in infinitum. Posterius exemplum rectilinei motus notionem praebet, quam sine exemplo unus quisque fingere potest, utrumque eam ab actione projiciendi depromit, unde brevissime ad illam notionem pervenitur vim centrifugam definiendo ut sit vis, quae corpus in lineam rectam projicit, neutrum autem exemplum talis vis ne vestigium quidem in natura monstrat.

Sed ipsa fortassis philosophia a priori ea deducit, quae experimentalis methodus, philosophiae nomen sibi sumens, false et infelici cum successu ex experimentis cognoscere aggreditur, coeco quodam studio simulacrum verarum philosophiae notionum sensibus quaerens. Et obversari illi insciae putanda est oppositio virium attractivae et repulsivae atque ad hanc motus theoriam adhiberi. Verum philosophia hanc virium differentiam materiae ita tribuit, ut earum conditionem faciat gravitatem sive ipsam identitatem. A qua ratione quantum absit motus planetarum constructio, inde patet, quod

vis illa centrifuga in motum rectilineum directa, nulla penitus corporis centralis habita ratione corpori tribuatur alteri, unde etiam nullum 363
eorum conjunctionis principium esse, neque, cum illae vires contradictorie oppositorum characterem ferant, cur non in linea recta sed sub ángulo qui lineam oppositionis rectam in duas dirimit opponantur, explican potest. Sed eas vires, mere ideales esse, neque ullo modo vires physicas eo, quod communi principio carent, in confesso est; ne ergo haec philosophia expenimentalis phaenomenon ex viribus plane nihil commune habentibus, et a se alienis construere tentans, ad verae philosophiae vires oppositas provocet; earum enim ratio plañe diversa est; philosophia vera philosophiae experimentalis principium repudiat, quod a mechanica naturam in materia mortua imitante, et virium absolute diversarum in corpore quodam synthesin efficiente, petitur; ea autem quae ad imitationem naturae pertinent, in naturae ipsius cognitione penitus abjicienda sunt, neque casui et arbitrio in physica locus dandus; sol autem et planetae cometaeque, si eorum motus ex virium centripetae et centrifugae ratione explicatur, nulla necessitate sed mero quodam casu se invenisse dicendi erunt.

Quamvis autem vis ad centrum tendentis et vis tangentialis notiones ex geométrica ratione physica hauserit, neutiquam ea methodus ex absolute oppositis phaenomenon construendi pro methodo geométrica habenda est; neque enim geometría ex lineis sub ángulo recto aut alio quocunque coeuntibus circulum aut aliam curvam construere tentat, verum circulum aut aliam curvam de qua quaestio est, supponit ut datam, atque ex his datis reliquarum linearum radones inde 365
determinatas docet; quam physica scientia methodum veram perfecte imitari debe-bat totum ponendi ex eoque radones partium deducendi, neutiquam vero ex oppositis viribus id est ex partibus totum componendi. Qui autem fieri possit, quin astronomia illa physica ad leges suas Matheseos ope perveniens, Mathesin vere sequatur? Revera ubi de vi centrifuga, de vi centrípeta, de gravitate loqui sibi videtur, de toto phaenomeno semper verba facit; neque solum ut geomerria, quae lineam aliquam radici summae duorum quadratorum

aequalem esse dicit, non de aliqua quacunque singula linea loquitur, sed de hypotenusa, id est, parte per Totum, quod triangulum rectangulum est, determinata, partem eam autem a Toto ut a reliquis partibus discemens: sed per vis centnipetae, centrifugae et gravitatis quantitatem unum idemque totius motus phaenomenon ita determinarur, ut perinde sit, utrum ex gravitatis, ex vis centripetae an ex vis centrifugae quantitate problema aliquod solvas, et illae vires distinctae mera nomina sint, quibus rectius carebamus; ex qua ejus distinctionis inanitate omnis illa in explicandis phaenomenis confusio et perplexitas oritur. Manifestam in eo deprehendes contradictionem quod illud, quod vi centrípeta, per sinum versum, illud, quod vi centrifuga efficitur, per tangentem exponatur, simul autem utraque vis sibi mutuo aequalis dicatur; neque ad contradictionem istam tollendam confugi potest ad primam nascentium et ultimam evanescentium rationem, in qua ratio arcus, sinus versi et tangentis sit ratio aequalitatis, ita ut hae lineae pro se invicem usurpari possint; prima enim et ultima ratio tum est ratio aequalitatis, si nulla sit, si neque arcui neque sinui verso neque tangenti neque differentiae earum virium, de qua agitur, locus sit: vis centrifuga centripetae tum demum aequalis est, quando per unius et alterius quantitatem re vera totius motus quantitas exprimitur, et earum virium ratio, earumque differentia et nomina cassa sunt.

Quod igitur ad inanitatem differentiae attinet, primum quidem *367*
vim centripetam eandem esse ac gravitatem in confesso est, in earumque identitate evincenda Newton unice elaboravit; phaenomeni motus corporum coelestium igitur constructio illa physica, quae totum phaenomenon gravitad tribuit, et gravitatis dúos factores vim centripetam et centrifugam ponit, quum alter factor vi toti aequalis ponatur, nulia est. Deinde vis centripetae lex; qua est in ratione inversa distantiarum, quum quantitatem totam motus in illa ratione esse velit, eam, quae vi centrifugae tribuitur, directionem tangentialem includit et simul con-tinet, motus enim circularis a sola propensione ad centrum non effici, sed ex directione centrad et

tangentiali esse compositus statuitur; quum autem tota motus quantitas vi centripetae tribuatur, et ejus quantitate determinetur, patet eam non opponi vi centrifugae sed totum phaenomenon per eam exprimí; atque eam ob causam in constructione geométrica id quod vis centrípeta efficit, per aream totius trianguli cujus unus factor est linea tangentialis sive per sectorem exponitur. Quam necesse autem sit, ut in mathematica ratione altera vis alteri aequalis seu vere totum ponatur, inde patet, quod virium oppositarum tota quantitas non eo solum mensuranda sit, quod altera vere effecit, sed quod etiam effecisset, opposita non impediente, addendumque in estimatione utrique id quod altera effecit; et vera vis centripetae quantitas non solum per sinum versum, sed et per tangentem, sive per eorum productum, lineam diagonalem exponenda est, ut vera vis centrifugae quantitas non per tangentem solam sed etiam per sinum versum, sive eorum productum; unde etiam vis centrifuga in ratione inversa distantiarum esse statuitur; et sive vi centripetae sive centrifugae tribuas phaenomenon, problematis cujuscunque eadem semper *369*
resolutio erit.

Ex lege, qua utraque vis est in inversa ratione distantiarum, apparet, eas vires non esse in ea oppositione, quali physica mechanica ad construendum motus phaenomenon eget; oppositarum enim virium altera crescente altera diminuitur; ex sinu versu autem et linea tangenti simul auctis et diminutis intelligimus, tum per unam atque alteram vim totum phaenomenon describi et determinan, tum eas a tertia quadam vi pendere, quae earum est verum principium et identitas, vel potius neque vim centripetam neque centrifugam desiniri, neque phaenomenon ex his factoribus construi, sed quantitatem totius motus phaenomeni poni.

Quantopere oppositio vis centripetae et centrifugae et earum expositio per sinum versum et tangentem vero sensu careat, maxime in explicanda velocitatis unius ejusdemque corporis in ellipsin revoluti diversitate perspicitur; in ellipsi enim cum sagittae, quae vim

centripetam, et tangentis, quae centrifugam exponit, non ubique eadem ratio sit, diversitas velocitatis ex turbato virium aequilibrio explican solet; verum ut in utraque quidem media distantia eadem sagittae et tangentis ratio eademque velocitas obtinet, in Aphelio contra et in Perihelio eadem quidem est sagittae et tangentis, sed diversissima velocitatis ratio. —In quae re et illud máxime mirens, quod quamvis omnia mathematicis demonstrationibus nitantur, alii quidem, ut supra diximus, vim centrifugam in inversa duplici distantiarum ratione esse contendant, alii etiam in triplici ratione.

In hac ut unius ejusdemque planetae ita omnium corporum in orbem se gyrantium diversarum velocitatum explicandarum methodo *371*
innotescit illa empiriae sibi semper constans ratio, ipsa in orbem revoluta: diversae enim velocitates planetarum ex diversitate intensionis virium, diversa autem intensio virium, ex diversa velocitate cognoscitur.

Dicamus etiam de alio celebérrimo usu, ad quem vis centrifuga adhibetur; ex ea enim phaenomenon illud majoris in minoribus latitudinibus geographicis penduli tarditatis explican, et minor ibi gravitas a philosophia ulla cognosci solet. Cujus phaenomeni explicado ex minore sub aequatore, et crescente in ratione quadrati sinus latitudinis gravitate ita datur, ut sub aequatore vis centrípeta non aequalis dicatur gravitati, sed minor parte 1/289, quae vi centrifugae tribuitur; haec autem pars ita invenitur, ut corporis ad distantiam pedum 19695539 a centro singulis diebus horarum 23° 56’ 4” uniformiter in circulo revoluti arcus, quem tempore minuti unius secundi describit, pedum sit 1436,2 ejusque sinus versus pedum 0,0523 sive un 7,54; quum autem in térra nostra lapsus corporis in una minuta secunda in latitudine parisiensi sit pedum fere 15 1/12 sive un 2174, et vis centrípeta per spatium, quod corpus in dato tempore cadendo percurrit, cognoscatur, et per sinum versum exponatur, inter priorem igitur et hunc sinum versum tanta sit differentia ut ille sit hujus pars 1/289: ille vi centrifugae tribuitur,

quam alias per lineam tangentem exponi videmus. Quum supra alteram cum altera vi pro lubitu commutari, easque legibus nihil mutatis promiscue pro se invicem usurpari posse intellexerimus, nihil obstat, quin illum minorem sinum versum pro vis centripetae efficacia sumamus et gravitad addamus, auctamque illa parte gravitatem non diminutam, causam penduli sub Aequatore retardad et pondera corporum sub minoribus latitudini-bus crescere non diminui dicamus; atque phaenomeni mensura et explicado pariter efficietur. Quum tardius sub minoribus latitudinibus horologium oscillatorium moveri ***373***
experientia doceat, atque oscillationes a gravitate lapsum corporis efficiente deriventur, minorem esse gravitatem ob retardatum penduli ejusdem longitudinis et ponderis motum volunt. Corporis autem penduli motus non purus est lapsus: sed ne rectam lapsus lineam statim producat, impeditur pondus, suspensum neque a puncto suspensionis sed a latere dejectum; unde directio lineae verticalis in lineam curvam mutatur si velis a vi centrípeta et centrifuga, a qua directionem horizontalem seu tangentialem produci dicamus, provenientem. Quidni ergo retardatas sub aequatore oscillationes inde explicemus quod differentiae a linea lapsus verdead effectae, sive motui horizontali et si velis vi centrifugae majus sub aequatore impedimentum obstet, quod in nulla alia re quam in fortiori propensione erga lineam verticalem ponendum, i. e. in majori sub minoribus latitudinibus vi centrípeta, quae lineam verticalem fortiori nisu teneat, et sublatam restituat, citiusque directionem ipsi contrariam vincat.- Denique haec praeclare cum figura terrae consentiré dicamus, ad aequatorem, cujus diameter axi brevior est, altioris; unde pendulum quia sub minori latitudine suspensum majori massae propius est, fortius attrahitur, et majori pondere ad terram et lineam verticalem tendit, neque in differentiam ab hac linea ea cum facilitate abire potest, quacum corpus in altioribus parallelis a minori massa attractum, motum ad latus suscipit.

Longius est eam, quam Newton inter vim motricem et acceleratricem facit, distinctionem discutere, qua utens inter alia illud tegere videtur,

quod in famosissima legis vis centripetae ad motum lunae, et planetarum eorumque satellites, adplicatione nullam massarum 375
rationem habeat; unde etiam legem illam gravitatis, puram motus phaenomeni, non vis legem esse apparet; id enim, quod a vi efficitur, non a sola vis lege, sed etiam a massa pendeat necesse est, neque phaenomena soli vis legi consentanea esse possunt. Alii quidem in explicanda illa legis cum motu lunari comparatione massae lunae terraeque rationem adhibent; deinde massas planetarum differentes nuliam legis quam ad solam vim pertinere volunt mutationem eam ob causam efficere suspicantur, quod massae planetarum cum solis massae comparatae perexiguae sint; eandemque rationem satellitum cum planetis, circum quos gyrantur, comparatorum esse putant; ex velocitate autem satellitum ejusque ad distantiam ratione, densitatem planetae, ut solis ex eadem planetarum ratione metiuntur.

Eodem modo, quo vim centripetam et centrifugam commutari mutuo in explicandis phaenomenis posse ostendimus, diminutio gravitatis cum ejusdem incremento commutari, et phaenomena quae ex decrescente vi gravitatis explicantur, ex aucta eadem explican lexque ulla, qua vis gravitatis in reciproca duplici ratione distantiarum esse dici-tur ita inverti poterit, ut eam in directa duplici ratione distantiarum esse dicamus. Si enim in majori distantia gravitas minui dicitur, alter tantum ejus aestimandae factor, qui est velocitas, consideratur, quae cum in majori distantia sit minor, gravitatem esse minorem dicunt; verum vis magnítudinem simul ex magnitudine distantiae, in quam agit, aestimare debemus; et quae in duplam distantiam agit, quadruplo majorem praedicare. Si itaque ut vulgo vis gravitatis lex exprimi solet, ex solius velocitatis magnitudine considerata diminui vel augeri ea vis dicitur, distantia quidem ad rationem incrementi et decrementi determinandam neutiquam vero ad praedicandam ipsam incrementi et decrementi notionem adhibita: aequo jure velocitatem in praedicanda magnitudine negligamus, vim 377
quae in majorem distantiam agit, majorem, eamque in directa esse distantiarum ratione dicentes. Ut in vecte cujus dúo factores sunt

distantia et pondus in inversa ratione, gravitas crescentibus distantus augeri aut diminui, pro lubitu dici potest; majoris enim distantiae, ut aequilibrium sit, minus pondus est, quod Newton vim motricem appellat, minor ergo gravitas; aut majoris distantiae major est gravitas, idem enim pondus in majori distantia, majori vi est.

Ex quibus ómnibus primum efficitur, inanem esse vis centrifugae et centnipetae distinctionem, sed leges quas virium centripetae et centrifugae esse perhibent, revera esse leges motus mathematicas, physica virium specie et nomine contaminatas: deinde male vi gravitatis incrementum aut decrementum tribui, et in gravitatem ipsam neque quantitatem neque aliquam rationem quantitativam ad quamcunque aliam rem, neque ad spatium et tempus cadere. Gravitas una eademque dicenda est quae in forma duorum factorum, spatii et temporis, sive etiam spatii, ut ita dicam, quiescentis et spatii motu in tempore geniti existit: omnis autem quantitativa differentia et ratio ad hos factores pertinet, quorum altero diminuto alter augetur, neque eorum aliqua ratio aut proportio esse potest, nisi in uno eodemque positorum; eorum autem absoluta identitas variari, augeri aut diminui nequit. —Patet inde, quanto purius fuerit Kepleri ingenium et indoles qui nihil aliud quam horum factorum, qui vere augen et diminui possunt, rationem posuit, neque harum rationum puram et vere coelestem expressionem per quantitates gravitatis, cujus nulla est quantitas, determinandas inquinavit. Illam autem quae a Newtone
incepta est, mathematices et physices confusionem, grandis ***379***
mathematica strues, magnusque et felix Matheseos in Astronomía praesertim usus, eruditis commendavit; ple-bi autem vis gravitatis cognita placuit, minus, quia a communi mundi vi, quam unam eandemque, Keplerus et alii philosophi statuerunt, quam quia a vi vulgari, ut lapides in térra projici ita corpora coelestia in orbes revolví praesertim per tritissimam illam pomi coram Newtone delapsi historiam, edocta securitatem adversus coelum hausit, oblita scilicet, universae generis humani, deinde Trojae miseriae pnincipiis pomum adfuisse, malum etiam scientiis philosophicis ornen.

Quum itaque astronomiae scientia, quantum ad Mathesin pertinet, plurimum Newtoni debere censendum sit, ita physica species, qua mathematicas rationes induit, ab iis separanda, et quid ei veri insít a phiosophia explorandum. Philosophiae autem illius experimentalis, quam Angliae índoles, atque ita Newton, Locke et reliqui qui eam indolem scriptis expresserunt, solam intelligunt, exemplum afferam, quod huc pertinet; theorema enim Cartesii, Aristotelis, aliorum quod pondera corporum a formis materiae pendere asserit, Newton ut refutaret, et pondera non in ratione formae sed quantitatis materiae esse probaret, haec experimenta instituit: auri, argenti, arenae, tritici etc. aequalium ponderum bina in duas, ut aeris resistentiae inaequalitatem demeret,. aequales pyxides injiciens péndula constituit, quoad longitudinem, pondus, figuram et aeris resistentiam omnino paria. Quid per péndula quoad figuram, longitudinem et aeris resistentiam paria innotescit? aequalitas aut differentia ponderum; 381
quum pondera conporum pendulorum igitur aequalia fecisset, feliciter invenit, aequalia esse eorum corporum pondera, philosophos illos, qui unius ejusdemque materiae diversas tantum formas statuunt tali expenimentandi et philosophandi ratione refutatos putans. Ex quo uno exemplo quid sibi phiiosophia vera velit, penitus ignorare illam philosophiam experimentalem intelligitur; ex ejusdem principio etiam vera vis centripetae et centrifugae origo explicatur. In mechanica scientia, quum a vita naturae aliena sít, materiae nulla alia primitiva notio esse potest, quam mors, quam vim inertiae appellant i. e. indifferentiam erga quietem et motum; haec materia nihil aliud est, quam objecti sive absolute oppositi abstractissima notio; unde omnem, quam in materia deprehendunt varietatem, etiam illam, quae motu cognoscitur, abunde ipsi addunt; et gravitatem quidem materiae universae qualitatem esse ex experimentis et inductione cognoscunt; ex secunda philosophandi regula, quam Newton statuit, effectuum naturalium ejusdem generis eaedem sunt causae, ut descen-sus lapidum in Europa et in America; deinde ex regula tertia qualitates, quae corporibus competunt, in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habendae sunt. Experientia ergo

materiam gravem esse docente, quum ejus quae est in lapide, qui in terram cadit, gravitatis rationem ab ea, quae in astris et primum corporibus ad solis nostri systema pertinentibus neque in terram cadentibus est, diversam esse pateat, aliam eamque vim centnifugam hujus phaenomeni causam esse statuunt. Philosophiae huic naturam, deinde gravitatis et impulsus in infinitam lineam horizontalem, quem vim centrifugan! esse contendit, originem ignoranti permittendum quidem est, Deo omnia tribuere, sed postulandum, ut recte de Deo ejusque agendi ratione philosophetur, et naturam ignorans Deum vere cognoscat. Ejus autem actio neque externa aut mechanica neque arbitraria aut fortuita est; vires ergo, quas Deum materiae dedisse ***383***
dicunt, materiae vere inesse statuendum est, et iis materiae naturam constitui, quae pnincipium virium oppositarum immanens et intemum sit; verum mechanica ab hac notione refugit, neque Deum neque veram vim neque quid sit intemum et necessarium intelligens, sed inertem materiam ab externo semper impulsu, seu quod idem est, a viribus materiae ipsi alienis moveri dictitans: quum igitur in causis externis versetur, neque naturam ratione concipiat, nequit pervenire ad principium identitatis quod in se ipso differentiam ponat, et philosophiae tándem redditum tum philosophiam ipsam restituit, tum mechanicam a physica separavit, physicamque, quae per solum dynamicae nomen a mechanica non sejungitur, philosophiae reddidit: atque ex hoc principio systematis planetarum elementa intelligamus, brevibusque proponamus.

Gravitas materiam ita constituit, ut materia sit objectiva gravitas; una eademque est materia, quae se ipsam in polos dirimens lineam cohaesionis format, et in serie evolutionum per differentem rationem factorum, diversas species fert. —Ab hac gravitatis reali differentia distinguamus alteram idealem, sive potentiarum temporis et spatii; duplicitate enim posita, dúplex duplicitas altera polorum, altera potentiarum, sive quatuor regiones ponendae sunt.

Diacmus primum de linea cohaesionis, quam gravitas constituens, et se ipsam in ómnibus punctis simul mutua factorum in se invicem ratione diversis ponens, seriem nodorum centrorumque sui ipsius producit, quorum unumquodque, reliqua quidem rationum multitudine non caret, sed cas in principii ipsi proprii potestatem redactas sua lege et individua organisatione continet. Systema solis, quod talem lineam exprimit, reliquis majus est, quoniam linea
cohaesionis ibi disrupta, unumquodque corpus centrum gravitatis non 385
quidem absoluta sed majori potestate quam alia corpora in se gerit; neque enim est corpus, quod quamvis in se totum sit, non ab aliis pendeat, et pars atque organon majoris systematis sit; corporibus itaque coelestibus non perfecta sed maxima competit libertas, et gravitatis independentia. Neque ergo casu quodam ex infinito spatio planetae rectilineo cursu vagati, solis forte vicinitatem praetereuntes, sub ejus legem et inde in orbitas circulares coacti sunt; neque illa hypothesis vis centrifugae eos a solé detinet, sed unum cum sole primitivum systema formantes vi vera cohaesionis tum continentur tum arcentur.

A puncto autem indifferentiae, quod ubi ut in magnete, et deinde in vecte, qui naturalem magnetismi lineam in materia mortua imitatur, exprimitur, médium est, diversum est centrum virium: indifferentia enim quum sit neutra, nullam vim exercet, ad quam conditio differentiae pertinet: centra itaque virium intra lineam quidem sed non in medio posita sunt, eaque sunt corpora; nihil enim aliud est corpus quam vis physicae, sive verae ideae phaenomenon. Newton quidem centrum gravitatis, sive indifferentiae non in sole ponendum esse ideo censuit, quoniam ab attractionibus planetarum, aliquantum loco moveatur: quum enim ad explicandum corporum coelestium motum nihil sumat, nisi mutuas corporum attractiones, qua hypothesi centrum aliquod non immediate ponitur, ad demonstrationes autem propositionum de moti-bus curvilineis pervenire non possit, nisi
posito orbitarum centro, in libri I. sect. XI. in qua ad motum 387
corporum viribus centripetis mutuo se petentium accedit, corporum

attractorum et attrahentium actiones esse quidem mutuas, ut neutrum
quiescere possit, ambo autem attractione ista mutua quasi circum
gravitatis commune centrum revolvi sumit, atque ad legum Coroll.
quartum provocat, in quo autem nihil aliud, quam commune gravitatis
centrum corporum duorum vel plurium ab actionibus corporum in se
mutuis non mutare statum suum vel motus vel quietis, nequáquam
autem necessitatem centri veri et realis aut corporis centralis reperis;
commune igitur illud centrum gravitatis est punctum mere
mathematicum, solemque centrum virium aut illi centro proximum
esse, non necessitati, sed casui, qui maximam ei dedit massam,
tribuendum erit: et immensitas massae Solaris, ad cujus notionem
densitas pertinet, iterum hypothesi, qua omnis vis a massa pendet,
nititur. Verum autem virium centrum esse necessario lucis fontem, et
in ea re solis veram vim et virtutem ponendam esse, physica
philosophia docet. —Hoc centrum virium non in medio positum esse
diximus; nam ut per lineam cohaesionis dúo extemi poli, ita dúo
interna vinium centra constituuntur; intemam dupücitatem in
magnetis punctis culminan-tibus eandemque in ellipseos umbilicis
cognoscimus, cujus axis pnincipalis vera magnetismi linea est. Puncta
haec culminantia ita disposita sunt, ut eorum utrumque opposito polo
propnius, quam illi sit, in quem vim suam exercet, polus intemus +M
ergo inter punctum indifferens et polum externum −M; eodemque
modo intemus −M inter médium et extemum +M sit. Cum autem
systema planetarum fracta linea cohaesionis sit, neque unum corpus
continuum formet, atque ut postea videbimus unum idemque corpus
utrumque polum efficiat, unum tantum reale virium punctum *389*
culminans est, sol in altero umbilico ellipseos, cujus alter coecus et
mere mathematicus est: magnetismi igitur naturalis linea in formam
penduli naturalis transit, ut pendulum mechanicum vectem
incompletum altero polo amisso efficit, quem corpus pendens
gravitati succumbens procreare nequit. Hac rectilinea et virtuali non
autem rígida corporum serie pro basi totius systematis posita corpora
ad se invicem referri, et systema quidem sed non unum corpus

formando, naturae, quae vim hic in lineae forma existentem forma corporis indui vult, non satisfieri videmus.

Differentia reali polorum, et linea cohaesionis ita intellecta, ad alteram differentiam, idealem sive potentiarum, subjecti et objecti transeamus. — Si materia ita concipitur, ut sit spatium repletum, forma caret, spatiumque et materia nihil aliud est, quam abstracta objectivi notio: ut materiae physica et realis notio intelligatur, ponenda est etiam sub forma subjectivitatis, punctumque in spatio ponendum, quod abstraetio quidem est a spatio, sed ita ut simul ad illud referatur: in materiae ut repleti, et ut ita dicam densi spatii eamque ob causam quiescenas notione, resistentiae quidem contra aliam materiam in eundem locum urgentem notio inest, sed mere negativa et inanis; spatio enim repleto omne mutationis atque resistentiae principium sublatum est, quod ñaque abunde petendum. Ut realem materiam intelligamus, spatii abstractae notioni contraria sive subjectivitatis forma addenda est, quam voce magis latina mentem, et si ad spatium referatur, punctum, appellemus. Quo modo punctum, aut sub differentiae ipsi propria forma, tempus, atque spatium elementa constituunt materiae, quae quidem non ex iis conflata, sed eorum principium est. Ex hac interna et primitiva oppositarum potentiarum orientis et occidentis, —poli enim quiescunt —identitate et differentia necessitas mutationis atque motus intelligitur; nihil enim est mutatio aliud, quam aeterna identitatis ex differentia restitutio et nova differentiae productio, contractio et *391*
expansio. Potentiarum autem altera, mens, quae se ipsam producens, facta spatii abstractione, tempus est, quantum hanc sui productionem ad spatium refert, lineam constituit: et linea mens quidem se ipsam sed in forma subjectiva producens, et in se reclusa est: perfectam autem et naturalem formam sibi sumit in contrarium, sive spatium transiens et planum constituens, quod, quia nullam aliam quam ipsam mentis et extensionis differentiam posuimus, omni alia differentia caret, atque quadratum est.

A quo temporis in spatium transitu, reflexio aliena esse videtur, in mathematicis quidem a rebus ipsis abstrahens, numerosque et mensuras earum, neque res ipsas incommensurabiles, quales tempus et spatium esse ipsi videntur, comparare putans. Quamvis autem geometria et calculus rerum ipsarum obliviscatur, et lineas et números tantum tractet, iis quae per operationes calculi aut demonstrationes geométricas inveniuntur, significado ad res ipsas pertinens tribuitur, ut non quantitates solum sed res ipsas comparatas esse paíet. Deinde in alia forma illo incommensurabilium in se mutuo transitu mathesis utitur, lineam in planum, planum in corpus extendens; hanc identitatem incommensurabilium infiniti nomine plerumque tegit, planum ex innumeris lineis etc. constare dicens; porro multorum numerorum radones infinitis seriebus exprimens absolutam reflexionis diversitatem excessisse et incommensurabilia comparasse fatetur: praesertim autem altior quae vocatur geometría, planum ad Iineam, utrumque ad infinitam exiguitatem i. e. ad punctum redigit: analysis autem ex punctis lineam sed infinitam construit. Neque **393**
quomodo ex puncto linea ex linea planum etc. fiant, aliter concipitur quam accersita notione motus, i. e. antea tempore et spatio identice ponendis. Quum lineam esse mentem se ipsam in sua ipsius forma subjectiva producentem transitumque ejus in speciem sui vere objectivam esse quadratum vidissemus, productum contra, quod ad naturam naturatam pertinet, est cubus; spatii enim omni mentis abstractione facta se ipsum producentis tres sunt dimensiones; corpusque quod fit, est quadratum, corpus autem quod est, cubus. Corporum itaque a se sejunctorum ratio quum sit linea, i. e. relatio subjectiva, forma objectiva carens, quando eam differentiam tollunt jn unum corpus, altero in alterum cadente, se constituentia, lineam mutant in quadratum; lex itaque lapsus est ratio quadrati distantiae, sive lineae in quadratum commutatae.

In qua re alii differentiae locus est, ut differentia corporum duorum aut vere tollatur, aut maneat i. e. ut ex iis unum corpus reale fiat, aut idéale: illud efficitur per lapsum liberum, hoc per motum circularem.

In lapsu simpliciter elementum quadrati per unitatum temporis summam, sive per lineam arbitraria quadam mensura divisam et numeris expres-sam, exponitur: in motu autem, circulari, quo corpus ideale producitur, corporum differentia, atque inde temporis et spatii ex una parte manet, quorum illud tempus periodicum, hoc autem distantiam corporum efficit: tempus autem periodicum cum spatio, quod a corpore percurritur, et angulum cum spatio distantiae facit, conferendum, eaque synthesis quae quantitatem motus efficit, ipsum est quadratum. Dúo itaque elementa ejus, quam materiem motus vocant et quae totam duorum circa se moventium corporum rationem exprimit, elementa sunt, linca distantiae et motus quadratum: unde totius, quod ex duobus his elementis conjungitur, quantitas, erit cubus sive corpus; et quoniam gravitas una eademque semper est, cubus omnium ut de his loquamur planetarum idem est: ex quo celebérrima illa Kepleri lex facile efficitur.

Ex his, quae docuimus, lemmata matheseos philosophica mutuanda
sunt, atque inde theorematum, universam fere mathesin adplicatam *395*
fundantium, et ad nostram usque aetatem veris demonstrationibus, quae mathematice fieri nequeunt, carentium demonstrationes deducen-dae sunt: cujus rei viam notionibus quas exhibuimus tentare voluimus. Hac temporis et spatii syntheseos expositione, et mentis sive lineae in quadratum transitu, nititur vulgaris illa virium resolutio, cujus mathematica veritas et necessitas postulatur, quae physica autem veritate destituitur. Facilis inde ad mechanicae leges quae physicas ad materiam mortuam transferí, via patet; leges autem ipsae a natura non a mechanica naturam imitante petendae. Ad rem nostram redeamus.

Corporibus igitur coelestibus per cohaesionis lineam ratio distantiarum, de qua postea videbimus, determinata est: eorum massae a se invicem sejunctae, centra densitatis raritati aetheris opposita, puncta summae contractionis opposita summae expansioni formant: unde physici ae-theri absolutam elasticitatem et vim

repulsivam, attractivam autem corporibus tribuunt, ad quae sola vim gravitatis, et nihil ad aetherem referunt. Hanc oppositionem summae densitatis et summae raritatis, ejusque oppositionis phaenomenon, separationem corporum primitiva naturae identitas tollere, linea autem virtualis in quadratum abire, atque formam et corpus induere studet; qui nisus phaenomenon motus est. Quoniam autem illud corporum coelestium systema non in unam massam coagulan, neque in tristem naturae naturatae statum et corporum sortem decidere sed rationis vivam expressionem suique imaginem esse voluit natura, non corpus reale, sed ideale, i. e. quadratum motu curvilíneo producitur: corpus igitur quod eorum linea induit, nihil aliud est, quam illud spatium, quod corpora in orbem gyrantia amplectuntur. Unde circularem motum si ex opposito definiré velimus, sublatum corpus sivereductionem corporis seu cubi per quadratum esse et sublimem *397*
Kepleri legem hac notione exprimí dicamus.

In circulo formali aequalis distantiae notio a puncto peripheriam efficit: et primitivus ejus character est, ne aliqua diameter neque aliquis peripheriae locus reliquis infinite multis excellat. Unde ex primitiva cohaesionis linea, si differentia corporum sola neque naturae nisus ea in unum corpus conjungendi ponitur, ad motum perveniri nequit: si vero ex vi attractiva corporis centralis, et centrifuga corporis in orbem revoluti circulus mechanice construi possit, quomodo ad diametri alicu-jus excellentiam et ad cohaesionis lineam ejusque puncta culminantia atque ad ellipsin perveniatur?

Quamvis in systemate solari corpora disjuncta sint et rígida cohaesionis linea sublata in motum abeat, vis ejus neutiquam in indifferentia omnium diametrorum formalis circuli perditur: sed vim suam, in orbitarum axem se constituens, et polaritatem in mutatione motus, ab altero polo retardad, ab altero accelerati exserit: in Aphelio retardat, in quo puncti culminantis sive solis maxima, in Perihelio autem accelerat, in quo minima illa, maxima autem Ínsita corporis vis est. Huc perturbationes planetarii motus referendae sunt, quae

infirmioris cujusdam et cito praetereuntis atque prima cohaesione facile subactae cohaesionis formationes sunt.

Denique ut differentiae magnetismi reali idealem quidem potentiarum differentiam opposuimus, etiam realis ipsa differentia sub forma dupli-cis differentiae existere, et realem lineam Occidentis et Orientis forman breviter monendum est, eamue item corporum, quae Cometas appella-mus, quoniam Oriens atque Occidens sub lege differentiae potentiarum est, in immensarum Absidum orbitis revolutorum.

Superest, ut his quaedam de ratione distantiarum planetarum addam, *399*
quae quidem ad experientiam solam pertinere videntur. Verum mensura et numerus naturae a ratione alieni esse nequeunt: neque studium et cognitio legum naturae alia re nituntur, quam quod naturam a ratione conformatam esse credamus, et de identitate omnium legum naturae nobis persuasum sit. Illam identitatem rationis et naturae, qui ex experientia et per inductionem leges quaerunt, ubi forte in legis speciem incidunt, ita agnoscunt, ut inventa gaudeant, et si alia phaenomena ei parum sint consentanea, de experimentis subdubitent, et utriusque omni modo harmoniam constituere studeant. Cujus rei, ratio de qua loquimur distantiarum planetarum, exemplum praebet: quum enim distantiae planetarum rationem quandam progressionis arithmeticae offerant, quinto autem progressionis membro in natura planeta non respondeat, inter Martem et Jovem vere existere et nobis quidem incognitus per spatia coeli vagan putatur, seduloque quaenitur.

Quae progressio quum arithmetica sit, et ne numeronum quidem ex se ipsis procreationem i. e. potentias, sequatur, ad philosophiam nullomodo pertinet. Quantum in philosophicis numerorum rationibus Pythagoraei elaborarint, notum est: et inde traditam, et in utroque timaeo servatam numerorum seriem afferre liceat, quos Timaeus, non ad Planetas quidem refert, sed ad quorum rationem Demiurgum Universum conformavisse censet. Series numerorum est 1, 2, 3, 4, 9, 16, 27: 16 enim pro 8 quem legimus ponere liceat. Quae series si

verior naturae ordo sit, quam illa arithmetica progressio, inter quartum et quintum locum magnum esse spatium, neque ibi planetam desiderari apparet. *401*

Horum autem, ut breviter reliqua tradamus, numerorum quadrato-quadratorum radices cubicas (ne unitatem omittamus, $3\sqrt{3}$ pro ea ponatur)

1,4. 2,56.. 4,37.. 6,34.. 18,75.. 40,34.. 81.

Rationes distantiarum planetarum esse invenies.

Jovis autem satellites in ratione, qua quatuor priores planetae progendiuntur, distare videas, nisi quod quartus satelles numerum suum aliquantum excedeat.

In Satumi autem satellitibus diversa quaedam sed satis memorabilis ratio obtinet: quator enim priorum témpora periódica sunt in ratione radicum quadratarum ex 1, 2, 4, 8 et distantiae in ratione radicum cubicarum ex iisdem; et si horarum periodicarum números ipsos velis $\sqrt{\ }$ - 2^9, 2^{10}, 2^{11}, 2^{12}, 22, 32, 45, 64 habebis. Quintus satelles ut quintus planeta formalem progressionem mutat; et quum distantiae quatuor priorum fuerint ut radices cubicae ex 1, 2, 4, 8, i.e. ut 1, 1,26. 1,63. 2; ad quartum igitur 3V8 pertineat, ad quintum V8 pertinet; sive $3\sqrt{(16:32)}$ et series cuborum quorum radices rationem distantiarum exprimant, sunt

1, 2, 2^2, 2^3, (2^4:2^5), 2^8, (2^{12}:2^{13})

sive . . 29/2 . . 225/2

DISSERTATIONI PHILOSOPHICAE

ORBITIS PLANETARVM

PRAEMISSAE THESES,
QVAS
RECTORE ACADEMIAE MGNIFICENTISSIMO
SERENISSIMO PRINCIPE AC DOMINO

DOMINO
CAROLO AVGVSTO

DVCE SAXONIAE IVLIACI CLIVIAE MONTIVM
ANGARIAE ET GVESTPHALIAE REL.

CONSENTIENTE
AMPLISSIMO PHILOSOPHORVM ORDINE
PRO LICENTIA DOCENDI
RITE OBTINENDA
PVBLICE DEFENDET

DIE XXVII. AVG. A. CIcIcccci.

GE. WILH. FRID. HEGEL
PHILOSOPHIAE DOCTOR
SOCIO ASSVMTO
CAROLO SCHELLING

WIRTEMB.

IENAE
TYPUS PRAGERI ET SOC

TESIS

I

La contradicción es la regla de lo verdadero, la no contradicción de lo falso.

II

El silogismo es el principio del idealismo.

III

El cuadrado es la ley de la naturaleza, el triángulo la del espíritu.

IV

En la verdadera aritmética no hay otra adicción que la unidad añadida a la diada, no hay otra sustracción que la diada separada de la tríada, y no hay tríada que sea suma, ni unidad que sea diferencia.

V

Lo mismo que el imán es la palanca natural, así la gravitación de los planetas en tomo al sol es el péndulo de la naturaleza.

VI

La idea es síntesis de lo infinito y de lo finito, y la filosofía entera reside en las ideas.

VII

La filosofía crítica está desprovista de Ideas, es una forma imperfecta del Escepticismo.

VIII

La materia del postulado de la razón, que presenta la filosofía crítica, destruye esta misma filosofía y constituye el principio del espinocismo.

IX

El estado de la naturaleza no es injusto, es la razón por la que hay que salir de ella.

X

El principio de la ciencia moral es el respeto al destino.

XI

La virtud excluye la inocencia en el hacer y el padecer.

XII

La moralidad absolutamente acabada repugna a la virtud.

DE ORBITIS PLANETARUM

Entre todos los cuerpos que engendra la naturaleza, solo los 349
cuerpos celestes se bastan a sí mismos bajo la relación de la gravedad, la primera de las fuerzas naturales; ciertamente todos los cuerpos, siendo perfectos en su género, expresan la figura del universo, pero perecen aplastados bajo la fuerza del todo, mientras que lo cuerpos celestes, despojados de la gleba y siendo lo suficientemente perfectos para llevar en sí mismos su centro de gravedad, avanzan a la manera de los dioses en el éter ligero. Ninguna expresión de la razón es más sublime y más pura, más digna, también, de contemplación filosófica que este gran viviente nombrado sistema solar. Y cuando Cicerón alaba a Sócrates por haber traído del cielo la filosofía y haberla introducido en la vida y los hábitos de los hombres, este elogio debe ser juzgado sin valor, a menos que se interprete diciendo que solamente si desciende del cielo, la filosofía puede encontrar algún mérito en la vida y residencia de los hombres, y todo esfuerzo debe ser encaminado a elevarla hasta el cielo[174].

Los estrechos límites de una disertación convienen mal a tema tan vasto y elevado, y permiten solamente presentar sus elementos. Con vistas a este fin, me ocuparé, en primer lugar, de aclarar las nociones primeras de las cuales se hace depender comúnmente la parte física de la ciencia astronómica; más tarde expondré lo que la verdadera filosofía establece en tomo a la organización del sistema solar y principalmente, a las órbitas de los planetas. Por último, a partir de un ejemplo extraído de la filosofía antigua, mostraré el valor de la filosofía incluso en la determinación de las relaciones matemáticas entre las magnitudes.

Cuando se accede a esta parte de la Física se ve fácilmente que se trata mas bien de una mecánica celeste que de una física, y que las leyes expuestas en la ciencia astronómica tiene su origen en otra ciencia, la Matemática, en lugar de ser extraídas de la naturaleza misma o construidas por la razón[175]. El genio feliz de nuestro compatriota Kepler había descubierto las leyes por las cuales los planetas circulan en sus órbitas, mientras que se dice que Newton habría demostrado estas mismas leyes por razones no ya físicas, sino geométricas, y que obrando así habría, nada menos, que incorporado la Astronomía a la Física[176]. En lo que a la fuerza de gravedad se refiere, y que contempla como idénticas a la fuerza centrípeta y atractiva, no es él, en todo caso, quien la ha introducido en esta parte de la física (porque todos los físicos anteriores han establecido que la relación de los planetas con el sol constituye una auténtica relación, es decir, una fuerza real y física). Newton solamente ha comparado la *cantidad* propia a la fuerza de gravedad, que la experiencia muestra en los cuerpos que pertenecen a la Tierra, con la *cantidad* perteneciente a los movimientos celestes; para el resto, todo lo ha efectuado bajo las relaciones matemáticas, por la geometría y el cálculo[177].

Frente a esta unión de la Física con la Matemáticas, es necesario ponerse en guardia: no confundamos las relaciones puramente matemáticas con las relaciones físicas. Si, en efecto, la geometría utiliza ciertas líneas para construir las demostraciones de sus teoremas, no las tomemos imprudentemente por fuerzas o direcciones de fuerzas. Ciertamente, no hay que considerar la matemática en su totalidad como algo puramente ideal o formal sino como real y físico, puesto que las relaciones entre las cantidades, tal y como la Matemática las expone, justamente porque son relaciones racionales son intrínsecas a la naturaleza y cuando son comprendidas, son leyes de la naturaleza. Pero es necesario distinguir, por una parte, la concepción racional de la totalidad y por otra, el análisis y la explicación que de ella se pueda hacer, las cuales se encuentran lejos de la perfección de la naturaleza, puesto que la parte geométrica de

la matemática hace abstracción del tiempo y la parte aritmética hace abstracción del espacio. La primera constituye la totalidad geométrica bajo el principio del espacio, la segunda constituye la totalidad aritmética bajo el principio del tiempo. Las relaciones por cuyo medio conocemos estas totalidades formales están separadas de las auténticas relaciones de la naturaleza, aquellas donde el tiempo y el espacio están reunidos. En cuanto a la geometría superior, que reúne la geometría y el cálculo analítico, y que debe su nacimiento a la necesidad de medir las relaciones entre el tiempo y el espacio reunidos, no suprime esta separación más que negativamente gracias a la noción de infinito y no logra la verdadera síntesis de los dos términos de la misma manera que no consigue, en su tratamiento, alejarse del método formal propio a la geometría y a la aritmética. Evitemos pues confundir lo que concierne a las relaciones formales propias de la matemática con las relaciones físicas, asignando una realidad física a aquello cuya realidad es exclusivamente matemática[178].

A la célebre obra en la cual describe las leyes del movimiento y propone como ejemplo del sistema del mundo, Newton ha dado el título de *Philosophiae naturalis Principia mathematica* también advierte, reiteradamente, que utiliza indiferentemente y sin distinguirlos los términos de «Atracción», «Impulso», «Propensión hacia un centro», considerándolos de una manera no física sino solamente matemática, y que el lector no debe pensar que con términos de este tipo defina, en algún modo, una especie o modo de acción, ni una causa o razón Física, o que atribuya a estos centros (que son puntos matemáticos) fuerzas en un sentido verdadero y físico incluso aun cuando llegue a decir que los centro ejercen una atracción, o que haya en ellos fuerzas. La idea que tenía Newton de la Física resulta evidente cuando dice que estas atracciones, si se habla en sentido físico, deberían ser llamadas verdaderamente Impulsos[179]. Pero la impulsión, a nuestro juicio, es competencia de la mecánica y no de la verdadera física, dos ciencias cuya diferencia será expuesta más adelante con mayor detalle[180]. Remarquemos, por

el momento, que si Newton quería desarrollar relaciones 355
matemáticas, resulta extraño que utilice la palabra «fuerza», porque las cantidades de los fenómenos son asunto de las matemáticas pero el conocimiento de la fuerza es propio de la física. En realidad, creyendo en todo momento definir proporciones entre fuerzas, Newton ha construido un edificio compuesto de física y de matemáticas, donde a duras penas puede distinguirse lo que atañe a la física y constituye para ella una aportación real[181].

Kepler, por su parte, había reconocido que la gravedad es una cualidad común de los cuerpos, que la atracción de la luna es la causa del flujo y reflujo del mar, y que las irregularidades del movimiento lunar provienen de la conjunción de las fuerzas del sol y de la tierra. Si este hombre, dotado de un amor y de una sensibilidad pura por la filosofía y las ciencias, hubiera podido aceptar y soportar la confusión que, como veremos, proviene de la posición de la fuerza de gravedad, la fuerza centrípeta y la fuerza centrífuga, habría podido fácilmente revestir bajo un apariencia física la expresión pura y matemática de las leyes que él había descubierto[182].

La ley que ha ofrecido enuncia que las áreas medidas por los radios vectores del cuerpo en movimiento curvilíneo son proporcionales a los tiempos, y hubiera podido transformarla para dar de ella la apariencia de una ley física, a saber: la gravedad se ejerce en razón de los arcos que se relacionan a sectores iguales, y puesto que la gravedad se ejerce en razón de los arcos que se relacionan a sectores; y puesto que las áreas totales de los círculos *A* y *a* son como los cuadrados de los radios $1/A : 1/a$ será como $r^2 : R^2$ luego, puesto que $1/A$ y $1/a$ expresan la magnitud y, si se prefiere, la fuerza de gravedad o centrípeta, él hubiera podido decir que la fuerza de gravedad o centrípeta está en razón inversa de los radios o distancias. Consideremos, por otro lado, la demostración que ofrece Newton para esta misma proposición: «las áreas que describen cuerpos en movimiento rectilíneo por los radios llevados a un centro inmóvil de fuerzas, son proporcionales a los tiempos». A quien quiera ver aquí 357
una verdadera demostración no le faltarán motivos de incredulidad;

porque esta demostración tiene por resultado que los arcos, igual que las áreas, son proporcionales a los tiempos; mientras que faltaba llegar a probar que las áreas solas, no los arcos son proporcionales a los tiempos[183].

Entre los procedimientos que juegan un gran papel en las demostraciones matemáticas habría que tener en cuenta la tan célebre descomposición de las fuerzas, desprovista, en la mayor parte de los casos, de toda significación física. Porque si la dirección mecánica del movimiento puede en verdad nacer de direcciones opuestas de muchas fuerzas, no resulta de ello que la dirección de la fuerza viva provenga de fuerzas opuestas; e incluso, una relación mecánica de este tipo, según la cual el cuerpo sería empujado por fuerzas que le son extrañas, debería ser declarada enteramente ajena a la fuerza viva[184].

Pero cuando Newton, que disecciona en partes la luz que la naturaleza ha querido simple, descompone paralelamente las otras fuerzas simples, y llama «fuerzas» a las líneas de las que se sirve para construir teoremas a propósito de la cantidad de estas fuerzas simples, los físicos se extrañan con razón viendo nacer, gracias al manejo matemático del fenómeno, tal multitud de fuerzas que la Naturaleza ignora[185].

Como casi toda la ciencia mecánica y la Astronomía reposa sobre esta descomposición y en el paralelogramo de fuerzas así construido, la hipótesis avanzada parece encontrar su confirmación en la amplitud de una tal ciencia, acabada en ella misma y en acuerdo con los fenómenos naturales. De tal manera este principio, que es sin embargo sin razón probante si se lo considera aisladamente, recibe el mayor crédito desde el momento en que su uso se revela extenso y variado. Más tarde examinaremos que hay una razón verdadera en virtud de la cual el efecto de una fuerza cualquiera debe ser representado por un cuadrado, y todas las cantidades que se relacionan con la fuerza, representadas por relaciones que se derivan de la construcción del cuadrado. Baste aquí anotar lo siguiente: la

descomposición en otras líneas de un fenómeno simple representado por una línea recta o curva, es un postulado matemático, que se justifica abundantemente en matemáticas por su comodidad multiforme, pero en el cual el principio depende de otra ciencia. Además no es necesario juzgar el principio apoyándose sobre el uso que de él se hace y sobre las consecuencias que entraña. En fin, si en virtud de este postulado se descompone la dirección de una fuerza representada por una línea, no es necesario ofrecer una significación física a las líneas así trazadas en tributo a la sola comodidad 359
matemática del procedimiento[186].

La fuerza centrífuga y la fuerza centrípeta, en tanto que se las distinga de la fuerza de la gravedad, no tienen aparentemente otro origen que esta descomposición de la dirección del movimiento en líneas matemáticas: se inscribe en un paralelogramo una porción de círculo infinitamente pequeña, de manera que ella forme la diagonal, y que las líneas de los lados sean, de una parte, la tangente y la cuerda, o el seno, que le son iguales en última razón, y por otra parte, el coseno y la secante que le es igual en la última razón; y a estas líneas se le asigna una realidad física, la tangente representando la fuerza centrífuga, y al coseno la eficacia centrípeta[187]. Examinemos, en primer lugar, la realidad de la fuerza centrífuga.

Parece claro que la necesidad geométrica de una línea tangente no entraña en modo alguno la necesidad de una fuerza física tangencial. La Geometría pura no altera la verdadera forma del círculo, y no compara la circunferencia con el radio; ella compara y conoce solamente las líneas determinadas por la relación entre la circunferencia y el radio. Por contra, la geometría que se esfuerza en someter el circulo al cálculo y de expresar en números la relación de la circunferencia con el radio, se refugia en la hipótesis de un polígono regular de infinitos lados; al tiempo que, de golpe, queda suprimido este mismo polígono y las líneas rectas gracias a las nociones de infinito y de razón última. Si la misma geometría, de donde proviene la descomposición del círculo en una multitud de líneas rectas, trata esta noción como mera hipótesis haciendo

evanescer las líneas rectas a medida que el paralelogramo se reduce a una pequeñez infinita, ¿cómo la realidad física de estas líneas podría provenir de tal geometría[188]?

Si ahora, abandonando las consideraciones geométricas, 361
examinamos la fuerza centrífuga en su realidad física, no podemos esperar que una construcción filosófica de la fuerza centrífuga venga de la filosofía experimental, la que Newton o más bien Inglaterra en todo tiempo, ha considerado como la mejor e incluso como la sola y única filosofía[189]. Ellos pueden y quieren confirmar la hipótesis de una tal fuerza a través solamente de la experiencia, pero para llegar a ello, invocan los ejemplos más desafortunados.

Newton y sus seguidores alegan principalmente el siguiente ejemplo: la piedra que gira en una honda y se esfuerza por abandonar la mano que la mueve, tensa la honda por su esfuerzo y una vez liberada, vuela. Otro ejemplo ilustra la fuerza centrífuga, el de la bola de plomo que proyectada horizontalmente desde lo alto de una montaña por la fuerza de un cañón con una velocidad dada, prosigue su trayectoria en línea curva hasta una distancia de dos millas antes de caer en la tierra; y aumentando su velocidad, podría, a voluntad, aumentar la distancia a la cual sería proyectada y disminuir la curvatura de su trayectoria, si bien caería a una distancia de diez, treinta o noventa grados, o incluso, no caería en tierra sino que sería expulsada a los cielos y continuaría hasta el infinito en su movimiento de alejamiento. Este último ejemplo presenta la noción de movimiento rectilíneo, el cual puede ser representado por cualquiera sin ejemplos. Los dos ejemplos extraen esta noción del acto de proyección siendo esta la vía más corta para llegar a la definición de la fuerza centrífuga como la fuerza que proyecta un cuerpo en línea recta, pero ninguno de los dos ejemplos muestra la traza de tal fuerza en la naturaleza[190].

Pero la filosofía puede deducir a priori lo que el método experimental, que se arroga el nombre de filosofía falsamente y sin ningún éxito intenta en un ciego esfuerzo partiendo de la experiencia, conocer y descubrir gracias a los sentidos, el simulacro de auténticas

nociones filosóficas. Es necesario observar que esta filosofía, sin saberlo, ha entrevisto la oposición entre las fuerzas atractivas y repulsivas y la aplica a su teoría del movimiento. Pero si la filosofía atribuye a la materia esta diferencia entre las fuerzas, lo hace precisando que la gravedad constituye la identidad de las mismas. La construcción del movimiento de los planetas se aleja evidentemente de esta razón puesto que la fuerza centrífuga, dirigida según un movimiento rectilíneo, es atribuida a uno de los cuerpos, sin tener en *363*
cuenta al otro, al cuerpo central. De esta manera, no puede haber ningún principio que permita la reunión de estos opuestos y, puesto que estas fuerzas tienen el carácter de opuestos contradictorios[191], no puede explicarse porqué su oposición no se efectúa en línea recta, sino según un ángulo que corta la línea recta de su oposición. Es necesario reconocer que estas fuerzas son puramente ideales y de ninguna manera físicas, precisamente porque les falta un principio común. Cuando esta filosofía experimental intenta construir el fenómeno a partir de fuerzas mutuamente extrañas y sin elemento común, no debe referirse a las fuerzas opuestas de la verdadera filosofía porque la relación de éstas es totalmente diferente.

La verdadera filosofía rechaza el principio de la filosofía experimental, un principio tomado en préstamo de la mecánica que imita la naturaleza en el nivel de la materia muerta y efectúa en cualquier cuerpo una síntesis de fuerzas absolutamente diferentes. Lo que es pertinente a la imitación de la naturaleza conviene rechazarlo completamente en el conocimiento de la naturaleza misma, puesto que no hay que dejar lugar para el azar y la arbitrariedad en la física. A la hora de explicar el movimiento del sol, los planetas y los cometas por una relación de fuerzas centrípetas y centrífugas, es necesario decir que estas fuerzas son reunidas sin ninguna necesidad, simplemente al azar.

La física ha concebido las nociones de fuerza tangencial y de fuerza que tiende a un centro inspirándose en razones geométricas; sin embargo sería un grave error confundir el método geométrico con la construcción del fenómeno a partir de opuestos absolutos. La

geometría no busca construir el círculo, u otra curva, a partir de líneas que se cortan bajo un ángulo recto u otro; por el contrario, supone dados el círculo o la curva en cuestión y mostrar con ello, cómo se pueden determinar diferentes relaciones entre las otras líneas de esta figura. El verdadero método al cual la ciencia física debiera atenerse 365
con exactitud es el siguiente: partir del todo y deducir de ahí las relaciones de las partes, en lugar de componer el todo a partir de fuerzas opuestas, es decir, de partes. Puesto que esta astronomía física obtiene sus leyes gracias a la ayuda de la Matemática, ¿cómo no va a convenir con la Matemática?

En realidad, cuando la astronomía física cree tratar acerca de la fuerza centrípeta, centrífuga o de gravedad, enuncia expresiones que conciernen siempre al fenómeno total. Así, en geometría, cuando se considera una línea como igual a la suma de los dos cuadrados, no se habla de una línea cualquiera sino de una hipotenusa, es decir, de una parte determinada por el Todo, que es el triángulo rectángulo, distinguiendo así esta parte del Todo como de otras partes. Más todavía, cuando se precisa la cantidad de la fuerza centrípeta o centrífuga, o de la gravedad, es un sólo y único fenómeno de movimiento total el que es determinado. Ocurre lo mismo si se resuelve un problema partiendo de la cantidad de gravedad o de fuerza centrípeta o centrífuga; estas fuerzas son meros nombres de las cuales rectamente conviene librarnos. Debido a que esta distinción es vacía, la explicación de los fenómenos resulta confusa y embarullada.

En un punto la contradicción es manifiesta: el efecto de la fuerza centrípeta es representado por el coseno; el de la fuerza centrífuga por la tangente, y al mismo tiempo, las dos fuerzas son declaradas iguales. Para superar esta contradicción, no se puede refugiar en las primeras razones de cantidades que se generan y las últimas razones de cantidades evanescentes, pretendiendo que la relación del arco, del coseno y de la tangente fuera una relación de igualdad, si bien que estas líneas podrían ser tomadas la una por la otra. Porque la primera y la última razón es una relación de igualdad cuando es nula, cuando ya no hay lugar para el arco ni para el coseno ni para la tangente, ni

para la diferencia de las fuerzas en cuestión. La fuerza centrífuga es pues solamente igual a la fuerza centrípeta cuando la cantidad de la una o de la otra expresa en realidad la cantidad del movimiento total, siendo entonces que la relación de las dos fuerzas, su diferencia, su nombre incluso, devienen carentes de sentido[192].

Hemos dicho que esta diferencia es vacía. En efecto, para empezar, se admite que la fuerza centrípeta es idéntica a la gravedad, y solo Newton ha dedicado tantos esfuerzos para demostrar su identidad; también cuando la física construye el movimiento de los cuerpos celestes atribuyendo todo el fenómeno a la gravedad, y pone dos factores para la gravedad, las fuerzas centrípeta y centrífuga, esta construcción es nula, puesto que uno de los factores es puesto como igual a la fuerza total. En segundo lugar, la ley según la cual la fuerza centrípeta está en razón inversa de las distancias, exige que la cantidad total del movimiento siga la misma relación[193]; incluye pues y contiene al mismo tiempo la fuerza tangencial asignada a la fuerza centrífuga, porque está establecido que el movimiento circular no resulta de la sola propensión hacia un centro, sino que es compuesto de dos direcciones, la central y la tangencial. En fin, puesto que la cantidad total del movimiento es asignada a la fuerza centrípeta y determinada por su cantidad, se hace evidente que esta fuerza no se opone a la fuerza centrífuga sino que sirve para expresar el movimiento total. Es por esta razón que, en la construcción geométrica, el efecto de la fuerza centrífuga es representado por el área del triángulo total, es decir, del sector, del cual uno de los dos factores es la línea tangencial.

Es necesario que en una relación matemática una de las fuerzas sea puesta igual a la otra o incluso como el todo. Esto aparece claramente aquí: la cantidad total de las fuerzas opuestas no debe ser medida solamente por la acción efectiva de una de las fuerzas, sino también por el efecto que hubiera producido si la fuerza opuesta no lo hubiera impedido, y entonces será necesario añadir, en la estimación, a cada una de las dos lo que la otra ha tenido por efecto[194]. De esta manera la verdadera cantidad de la fuerza centrípeta debe ser

representada no solo por el coseno sino también por la tangente, o por el producto de los dos, la línea diagonal; de la misma manera, la verdadera cantidad de la fuerza centrífuga debe ser representada no solamente por la tangente sino también por el coseno, o por el producto de las dos. Esto permite establecer que la fuerza centrífuga también se halla en razón inversa de las distancias. Si se atribuye el *369*
fenómeno a la fuerza centrípeta o a la fuerza centrífuga, la solución de cualquier problema será siempre la misma.

Puesto que las dos leyes observan la misma ley de razón inversa a las distancias, es claro que no son opuestas como lo quiere la física mecánica en su construcción del fenómeno del movimiento. Porque si las dos fuerzas son opuestas, la una disminuye cuando la otra aumenta; pero aquí el coseno y la tangente aumentan y disminuyen simultáneamente. Comprendemos pues que es el fenómeno total el que es descrito y determinado completamente por una sola fuerza o por la otra sola, y que, además, estas dos fuerzas dependen de una tercera fuerza que es su verdadero principio e identidad o, más bien, que ni la fuerza centrípeta ni la fuerza centrífuga son definidas; que el fenómeno no es construido gracias a estos dos factores, pero que se posee, de esta manera, el fenómeno del movimiento en su cantidad total[195].

Se verá igualmente que la oposición de las fuerzas centrípeta y centrífuga carece de auténtico sentido cuando vienen representadas por el coseno y la tangente. Basta para ello examinar en particular la explicación de la variación de las velocidades para un mismo cuerpo en revolución elíptica. Como sobre una elipse la relación no es constante entre la flecha que representa la fuerza centrípeta y la tangente que representa la fuerza centrífuga, se explica habitualmente la variación de las velocidades por un cambio en el equilibrio de las fuerzas. De hecho, en las dos distancias medias, la relación que prevalece entre la flecha y la tangente es la misma y también lo es la velocidad; ahora bien, en el afelio y en el perihelio la relación entre la flecha y la tangente es la misma pero las velocidades son diferentes.

A este respecto, puede mencionarse otra cuestión asombrosa. Si bien es cierto que todos los argumentos se apoyan igualmente en las demostraciones matemáticas, algunos pretenden, como se ha visto anteriormente, que la fuerza centrífuga está en razón inversa del cuadrado de las distancias; otros dicen que está en razón inversa del cubo.

Este mismo método permite explicar la diferente velocidad de todos los cuerpos en sus órbitas respectivas tal y como ha sido efectuado para las velocidades de un mismo planeta. Se reconoce aquí esta razón fuertemente fijada a la empiria que vuelve una y otra vez: *371*
las diferentes velocidades de los planetas son conocidas por la diferente intensidad de sus fuerzas, y la intensidad de las fuerzas, gracias a las diferentes velocidades[196].

Hablemos ahora de otra célebre aplicación de la fuerza centrífuga. Con ella se explica habitualmente el fenómeno de la mayor lentitud del péndulo en las más bajas latitudes geográficas, así que la filosofía sabe que en estos lugares la gravedad es menor. La explicación del fenómeno supone una gravedad menor en el ecuador y aumentando en razón del cuadrado del seno de la latitud. De esta manera, en el ecuador, la fuerza centrípeta no igualaría a la de gravedad, sino que estaría en defecto por 1/280, siendo esta proporción atribuida a la fuerza centrífuga. La cifra se encuentra de la siguiente manera: un cuerpo que efectúa su revolución circular a 19695539 pies del centro, en un día de 23 horas 56’4”, describe en un segundo un arco de 1436,2 pies, en el cual el coseno vale 0.0523 o 7,54 líneas. Así, en nuestra tierra, en la latitud de París, un cuerpo cae en un segundo $15^{1/12}$, pies más o menos 2174 líneas, y puesto que se puede conocer la fuerza centrípeta por el espacio que un cuerpo recorre cuando cae durante un tiempo dado, y que puede ser representada por el coseno, el seno precedente será al coseno como su 1/280 parte: esta magnitud es atribuida a la fuerza centrífuga, que hemos visto representada otras veces por la línea tangente. Pero, como ya habíamos advertido anteriormente, podemos intercambiar las dos fuerzas a voluntad, y utilizarlas la una por la otra sin alterar las leyes. Nada nos impide

tomar el menor de los dos cosenos como fuerza centrípeta, añadirla a la gravedad para poder decir entonces que la gravedad aumentada y no disminuida en esta proporción, es la causa del retardo del péndulo en el ecuador, y que el peso de los cuerpos aumenta en lugar de disminuir bajo latitudes más bajas. De esta manera se llega no sólo a la medida sino a la explicación del fenómeno.

La experiencia enseña que bajo latitudes menos elevadas el movimiento del reloj de péndulo es más lento. Por otra parte, las oscilaciones derivan de la gravedad que provoca la caída de los cuerpos; se quiere pues que la gravedad sea menor cuando se retarda *373*
el movimiento del péndulo de la misma longitud y del mismo peso. Pero el movimiento de un cuerpo pendular no es una simple caída. Para que la caída no produzca inmediatamente una línea recta el peso recibe un impedimento y es suspendido y proyectado no a partir del punto de suspensión sino a partir de una posición lateral; así, la dirección vertical es cambiada en línea curva que proviene, si se desea, de la fuerza centrípeta y de la fuerza centrífuga que engendra la dirección horizontal o tangencial. ¿Por qué no explicamos, entonces, el retardo de las oscilaciones en el ecuador, diciendo que la diferencia producida en relación a la línea vertical, o incluso horizontal, o más aún, si se quiere, la fuerza centrífuga, encuentran en el ecuador un impedimento mayor?; ¿este impedimento no es otro que una propensión más fuerte hacia la línea vertical, es decir, una fuerza centrípeta mayor en latitudes más bajas, una fuerza que se apega a la línea vertical por una tendencia mayor, la restablece tanto más cuando es desviada, y vence rápidamente la dirección que es contraria?

Digamos, finalmente, que esto acuerda excelentemente con una figura de la tierra más elevada que en el ecuador, donde el diámetro es menor que el eje. En consecuencia, el péndulo suspendido en una latitud menor y más cercano a un peso mayor, atraído con mayor fuerza y con mayor peso hacia la tierra en línea vertical, no puede apartarse fácilmente diferenciándose en relación a esta línea, mientras

que un cuerpo atraído por una masa menor en los paralelos más elevados, sería más fácilmente puesto en movimiento lateral[197].

Sería demasiado largo examinar la distinción de Newton entre fuerza motriz y fuerza aceleratriz, de la cual parece servirse, entre otros casos, para cubrir alguna laguna de su razonamiento: en la célebre aplicación de la ley de la fuerza centrípeta a los movimientos
de la luna, de los planetas y de los satélites, no tiene en cuenta las 375
masas. Se ve claramente que esta ley de la gravedad es la ley del fenómeno del movimiento, no de la fuerza; porque el efecto de una fuerza debe depender también de la masa, y no solamente de la ley de la fuerza, y los fenómenos no pueden estar en acuerdo sólo con la ley de la fuerza. Es cierto que otros autores, en el momento de explicar esta ley por una comparación con el movimiento lunar, hacen uso de la relación entre la masa de la luna y la de la tierra; después, conjeturan que las masas diferentes de los planetas no cambian en nada esta ley, que según ellos, se relaciona solamente con la fuerza, porque la masa de los planetas sería muy pequeña comparada con la masa del sol. Suponen la misma relación para los satélites comparados a los planetas alrededor de los cuales giran. Sin embargo, miden la densidad de un planeta a partir de la velocidad de los satélites y de su relación a la distancia, y la densidad del sol a partir de esta misma relación aplicada a los planetas.

De la misma manera que, como anteriormente hemos visto, pueden intercambiarse las fuerzas centrípeta y centrífuga en la explicación de los fenómenos, y puede igualmente ser reemplazada una disminución de la gravedad por un aumento, así los fenómenos que se explican por una disminución de la fuerza de gravedad pueden explicarse por un aumento de la gravedad; y la ley según la cual la fuerza de gravedad está en razón inversa del cuadrado de las distancias puede ser invertida enunciando que la gravedad está en razón directa del cuadrado de las distancias. Porque declarando que a mayor distancia la gravedad disminuye, se considera un sólo factor en la evaluación de la gravedad, a saber, la velocidad; como la velocidad es menor a mayor distancia, la gravedad, según ellos, sería menor.

Pero para evaluar la magnitud de la fuerza, debemos también considerar la distancia a la cual se ejerce; y la fuerza que se ejerce a una distancia doble, calificarla de cuádruple. Si, pues, en la expresión habitual de la ley que rige en la fuerza de gravedad se dice que esta fuerza disminuye o aumenta en consideración de la velocidad solamente, sin que intervenga la distancia para determinar la relación de aumento o disminución, sin que ella intervenga ni tan siquiera para precisar en qué sentido se hablará de aumento o disminución, *377*
entonces, nosotros tendríamos también el derecho de prescindir de la velocidad cuando hubiera que evaluar la magnitud de la fuerza. Podríamos, entonces, decir que una fuerza es mayor cuando se ejerce a una mayor distancia, y que la fuerza está, de esta manera, en relación directa con las distancias. Ocurre lo mismo con la palanca, donde los dos factores son la distancia y el peso en relación inversa, y dónde se puede, a voluntad, decir que la gravedad aumenta o disminuye cuando la distancia aumenta; porque a una distancia mayor, para que haya equilibrio, el peso es menor, lo que Newton denomina la fuerza motriz, y la gravedad es, pues, menor; o bien, a una distancia mayor la gravedad es mayor, porque un peso idéntico a una distancia mayor corresponde a una fuerza mayor.

En primer lugar, se deriva de todo ello que la distinción entre fuerza centrípeta y fuerza centrífuga es vacía, pero que la leyes que pasan por ser las de la fuerza centrípeta y centrífuga son en realidad leyes matemáticas del movimiento, desnaturalizadas por la apariencia física y la denominación de fuerzas. Resulta, a continuación, que con dificultad se asigna a la fuerza de gravedad un aumento o una disminución, y que en la gravedad misma no interviene ninguna cantidad ni relación cuantitativa sea del tipo que sea, ni incluso espacio-tiempo. Es necesario afirmar que la gravedad es una, que es constante, porque existe bajo la forma de dos factores, el espacio y el tiempo, o mejor, si se puede decir, el espacio en reposo y el espacio engendrado por el movimiento en el tiempo: si hay una diferencia o relación cuantitativa, concierne siempre a dos factores, donde el uno aumenta cuando el otro disminuye, y la sola relación o proporción

que puede existir entre ellos es la de dos términos puestos en un término único que permanece constante; su identidad absoluta no puede variar, aumentar o disminuir[198].

El contraste muestra en Kepler la pureza del genio y del talento: no hizo más que poner una relación entre dos factores que pueden realmente aumentar y disminuir, sin degradar la expresión pura y verdaderamente celeste de estas relaciones mezclándola con la determinación de las cantidades de la gravedad, pues no hay cantidad de la gravedad. Pero la confusión creada por Newton entre las 379
matemáticas y la física se ha hecho valer posteriormente entre los sabios por un enorme edificio matemático debido a la extensión y éxito de las aplicaciones de la Matemática, sobre todo en la Astronomía. Por otro lado, la gente ha acogido favorablemente el conocimiento de la fuerza de gravedad: se le enseña que los cuerpos celestes circulan en su órbita no en virtud de la fuerza común del mundo, la que Kepler y otros filósofos han establecido como única y constante, sino en virtud de la fuerza vulgar, la misma que hace que las piedras caigan en la tierra, como lo ha hecho la trasnochada leyenda de la manzana que cae delante de Newton; la gente ha puesto con ello una gran confianza en el cielo, olvidando que con una manzana comenzaron las desgracias del género humano y las de Troya a continuación, constituyendo un mal presagio para las ciencias filosóficas.

Si, pues, es necesario admitir que la ciencia astronómica debe mucho a Newton en lo que concierne a la Matemática, es también necesario separar las relaciones matemáticas de la apariencia física que él les ha dado, y concierne a la filosofía descubrir lo que en ello haya de cierto. La filosofía experimental es la única inteligible para el temperamento inglés, para Newton, para Locke, para todos aquellos cuyos escritos han permitido expresar dicho temperamento. La debilidad de esta filosofía aparecerá en un ejemplo que atañe a nuestro tema.

Queriendo refutar un teorema de Descartes, Aristóteles y otros según el cual el peso del cuerpo depende de la forma propia a cada

materia, y queriendo probar que el peso está en razón de la cantidad de materia, no de la forma, Newton ha recurrido a las siguientes experiencias: tomando parejas de pesos iguales de oro y plata, o de arena, o de trigo, etc, las introduce en dos botes iguales para eliminar la desigualdad que proviene de la resistencia del aire, y construye así péndulos totalmente iguales en longitud, peso, figura y resistencia al aire. ¿Qué es lo que puede enseñarse con péndulos idénticos en cuanto a la figura, la longitud y la resistencia del aire? La igualdad o diferencia de los pesos. Como justamente había ya igualado los ***381***
pesos de los cuerpos pendulares, encontró, por fortuna, que los pesos eran iguales, persuadido de que experimentando y filosofando de esta manera, habría refutado a todos estos filósofos para los cuales la materia una e idéntica varía solamente por la diversidad de las formas. Basta este ejemplo para mostrar que la filosofía experimental ignora las exigencias propias de la auténtica filosofía. El mismo principio permite explicar el verdadero origen de las fuerzas centrífuga y centrípeta.

Puesto que la ciencia mecánica es extraña a la vida de la naturaleza, la única noción primitiva que puede aplicar a la materia es la muerte, lo que se denomina fuerza inercial, es decir la indiferencia al reposo o al movimiento. Esta materia no es nada más que la noción más abstracta del objeto, es decir lo absolutamente opuesto. Después, desde el exterior, añaden a la materia toda la variedad que ahí se aprehende, comprendida la que se manifiesta por el movimiento. Sin embargo, reconocen por experiencia e inducción, que la gravedad es una cualidad de la materia universal; según la segunda de las *Regula Philosophandi* que ha enunciado Newton, *«efectos naturales del mismo género tienen causas idénticas»*, así, *«la caída de las piedras en Europa y en América»*, por otra parte, según la tercera regla, *«las cualidades que pertenecen a los cuerpos sobre los cuales se pueden efectuar experiencias, deben ser tenidas por cualidades de todos los cuerpos»*. Como la experiencia enseña que la materia es pesada, y puesto que, manifiestamente, la relación de la gravedad en la piedra

que cae sobre la tierra es diferente de la que se encuentra en los astros, especialmente en los cuerpos que pertenecen a nuestro sistema solar y no caen sobre la tierra, ellos afirman que hay otra causa de este fenómeno, y que es la fuerza centrífuga.

Dado que una tal filosofía ignora la naturaleza, ignora también el origen de la gravedad y de esta impulsión horizontal al infinito que pretende ser la fuerza centrífuga, es necesario permitirle que atribuya todo ello a Dios. Pero habría primeramente que suponer que esta filosofía filosofa correctamente a propósito de Dios y su modo de acción, y que ignorando la naturaleza, ella pueda conocer verdaderamente a Dios. Pero la acción de Dios no es ni exterior ni mecánica, ni arbitraria ni fortuita. Puesto que según ellos, es Dios quien ha dado las fuerzas a la materia, hay que declarar al contrario, que estas fuerzas pertenecen verdaderamente a la materia, que ellas constituyen la naturaleza misma de la materia, siendo esta un principio interno e inmanente de fuerzas opuestas. Ciertamente la ***383***
mecánica rechaza esta noción; no comprende ni a Dios ni a la verdadera fuerza, ni lo que quieren decir interioridad y necesidad. Ella repite que la materia inerte es movida siempre por un impulso exterior, o lo que viene a ser los mismo, por fuerzas extrañas a la materia misma. Puesto que ella se interesa por las causas externas, en lugar de concebir la naturaleza por la razón, no puede llegar más que al principio de identidad que pone en sí mismo la diferencia. Este principio, restituido finalmente a la filosofía, ha restaurado la filosofía misma, ha separado la mecánica y la física y ha restituido la física a la filosofía, ya que no basta con denominarla dinámica para distinguirla de la mecánica. Partiendo de este principio haremos inteligibles los elementos del sistema de los planetas. Lo haremos a través de una breve exposición.

La gravedad**[199]** constituye la materia, en el sentido de que la materia es la gravedad objetiva. La materia única e idéntica se escinde en dos polos, forma así una línea de cohesión, y recibe diferentes figuras en el curso de la serie de sus desarrollos, gracias a

la relación diferente de los factores. Además de esta diferencia real de la gravedad, distinguiremos una segunda, la diferencia ideal, la de las potencias que constituyen el espacio y el tiempo. Porque cuando una dualidad ha sido puesta, es una dualidad doble la que debe ser puesta; en primer lugar la de los polos, después la de las potencias, lo cual hacen cuatro regiones.

Hablemos, en primer lugar, de la línea de cohesión[200]. La gravedad, constituyéndola, se pone ella misma en todos los puntos, y al mismo tiempo, estos puntos se diversifican según la mutua relación de los factores: la gravedad pone así la serie de nudos y de centros de ella misma; cada uno de ellos no está privado de otras numerosas relaciones, sino que las contienen, reducidos a la dominación de su principio, cayendo bajo su propia ley y según su organización individual[201]. El sistema solar, que expresa también una línea de cohesión semejante[202], es más grande que las otras figuras: porque la línea de cohesión está aquí fragmentada, cada cuerpo lleva en sí mismo su centro de gravedad, deviniendo capaz de un dominio, no absoluto, sin duda, pero mayor que el resto de los cuerpos. Porque cada cuerpo de la naturaleza forma un todo en sí mismo, y, sin embargo, no existe ninguno que no dependa de otros y no sea una parte y un órgano de un sistema más vasto. De ahí se sigue que la libertad y la independencia de los cuerpos celestes por relación a la gravitación no son perfectas, sino solamente las más grandes posibles[203]. No es, pues, por simple accidente que los planetas, después de haber errado sobre una trayectoria rectilínea, pasando fortuitamente por la proximidad del sol, hubieran sido forzados a alinearse bajo su ley, y movidos, desde entonces, en órbitas circulares. Y no es, tampoco, una hipotética fuerza centrífuga quién los mantiene alejados del sol, sino que formando primitivamente un sistema en común con el sol, son a la vez, retenidos y alineados por una verdadera fuerza de cohesión[204].

El centro de las fuerzas es distinto del punto de indiferencia; en efecto, cuando el punto de indiferencia es expresado, —como en el imán y por consiguiente en la palanca que imita en el nivel de la materia muerta la línea natural del magnetismo— constituye el punto medio. Y la indiferencia, siendo neutra, no ejerce ninguna fuerza, puesto que la diferencia es la condición de la fuerza. En consecuencia, los centros de las fuerzas son situados en el interior de esta línea, pero no en su punto medio, sino constituyendo los cuerpos celestes; porque un cuerpo no es nada más que un fenómeno de una fuerza física, o más aún, de una idea efectiva. Es verdad que Newton pensó también que el centro de gravedad, es decir, de indiferencia, no debía estar situado en el sol, debido a que es movido ligeramente por la atracción de los planetas. Para explicar el movimiento de los cuerpos celestes, el no supone nada más que las mutuas atracciones de los cuerpos, y por esta hipótesis ningún centro es puesto inmediatamente. Así no podría llegar a demostrar sus proposiciones acerca del movimiento curvilíneo, si no propusiera de antemano un centro de las órbitas. En la sección XI del libro I, donde se ocupa del «*movimiento de los cuerpos que se atraen mutuamente por las fuerzas centrípetas*», supone que las acciones de los cuerpos atraídos y atractivos son mutuos, si bien ninguno de ellos puede permanecer en reposo. Supone también que «*los dos cuerpos, atraídos el uno por el otro completan su revolución como alrededor de un centro de gravedad común*», y apela al Corolario 4 de las Leyes, donde se encuentra solamente que el centro de gravedad común de dos o más cuerpos no cambia su estado de reposo o de movimiento a consecuencia de las acciones mutuas de los cuerpos, pero tampoco sostiene la necesidad de un verdadero y real centro de gravedad o de un cuerpo central. Este centro común de gravedad es pues un punto matemático, y si el sol es el centro de las fuerzas o está muy próximo de este centro, hay que atribuir este hecho no a la necesidad, sino al azar que ha otorgado al sol la masa más grande: y la inmensidad de la masa solar, cuya noción está ligada a la de densidad, reposa de nuevo en la hipótesis de que toda fuerza depende de la masa.

En realidad, el centro de las fuerzas es necesariamente la fuente de la luz, y es en ella donde hay que situar la verdadera fuerza y la virtud del sol: he aquí lo que enseña la filosofía física.

Hemos dicho que el centro de las fuerzas no está situado en el medio. En efecto, los dos polos exteriores, son dos centros interiores de fuerzas que se constituyen por la línea de cohesión. Conocemos esta dualidad interna en los puntos culminantes de un imán, o incluso en los focos de la elipse, en la cual el eje mayor es una verdadera línea de magnetismo. Estos puntos culminantes son situados de tal manera que cada uno de los dos está más próximo del polo opuesto que del polo sobre el cual ejerce su fuerza, así el polo interno +M está entre el punto de indiferencia y el polo externo −M; de la misma manera, el polo interno −M está entre el punto medio y el polo externo +M.

Por otra parte, puesto que el sistema de los planetas es una línea de cohesión quebrada y no forma un solo cuerpo continuo, —ya que, como veremos, es un sólo y mismo cuerpo el que realiza los dos polos a la vez— no hay más que un sólo punto real culminante de las fuerzas: el sol en uno de los focos de la elipse, siendo el otro un punto ciego y puramente matemático. En consecuencia, la línea natural del magnetismo pasa a la forma de un péndulo natural. En efecto, es de esta manera que el péndulo mecánico realiza una palanca incompleta habiendo perdido el segundo polo que el cuerpo suspendido, cediendo bajo la gravedad, no consigue generar. Desde el momento en que esta serie rectilínea y virtual, pero no rígida, ha sido situada como base del sistema entero, vemos que los cuerpos son relacionados el uno con el otro, formando un sistema, pero no un cuerpo único; la naturaleza, entonces, no ha sido satisfecha, puesto que ella desea que la fuerza, existiendo aquí bajo la forma de una línea, revista la forma de un cuerpo.

Una vez que hemos comprendido la diferencia real de los polos y la línea de cohesión pasemos ahora a la segunda diferencia, la

diferencia ideal, es decir, la de las potencias, del sujeto y del objeto. Si se concibe la materia como el espacio lleno, le falta la forma, y el espacio y la materia no son nada más que el concepto abstracto de la objetividad[205]; para que devenga inteligible el concepto real de la materia, es necesario poner ésta igualmente bajo la forma de la subjetividad; es necesario, en el espacio, poner el punto, que es la abstracción en relación al espacio pero se relaciona, al mismo tiempo, al espacio. En el concepto de materia, entendido como espacio lleno, densa, por así decirlo, en reposo, por tanto, se encuentra ya el concepto de resistencia contra toda otra materia que haría presión para ocupar el mismo lugar, pero encontramos aquí, todavía, un concepto puramente negativo y vacío. Para que la materia real nos devenga inteligible, es necesario añadir a la noción abstracta del espacio la forma contraria, la de la subjetividad, que designaremos con la palabra más usual en latín de «mens», o con el nombre de punto, en tanto que es referida al espacio. De esta manera, el punto, o también el tiempo, que es el punto bajo la forma de la diferencia de sí, constituye con el espacio los elementos de la materia, y ésta no es construida a partir de estos elementos, sino que ella es su principio[206].

Gracias a la identidad y a la diferencia internas, primitivas, de las potencias del Oriente y de Occidente —permaneciendo los polos en reposo— deviene inteligible la necesidad del cambio y del movimiento. El cambio, en efecto, no es nada más que el eterno restablecimiento de la identidad a partir de la diferencia, y la producción de una nueva diferencia, la contracción y la expansión.

Cuando el espíritu, que es una de estas potencias, se produce él mismo haciendo abstracción del espacio, es tiempo; pero en tanto que relaciona con el espacio esta producción de sí, constituye la línea. La línea es, pues, el espíritu que se produce a sí mismo, pero bajo la forma subjetiva, permaneciendo encerrada sobre sí. Asume su forma perfecta y natural cuando pasa a su contrario, el espacio, para constituir entonces el plano; y puesto que no hemos puesto otra

diferencia que la del espíritu y la de la extensión, este plano desprovisto de toda otra diferencia, es cuadrado[207].

Este traspaso del tiempo en espacio parece algo extraño para la reflexión. Esta hace abstracción de las cosas mismas en matemáticas, alcanza a comparar los números y las medidas, no las cosas mismas[208] inconmensurables (así le parecen ser el espacio y el tiempo). Sin embargo, si bien la geometría y el cálculo olvidan las cosas mismas, y manejan solamente líneas y números, encontrados por operaciones del cálculo o demostraciones geométricas, se les asigna una significación que concierne, de hecho, a las cosas mismas, luego no son solamente las cantidades las que son comparadas sino las cosas mismas. Por otro lado, la matemática también utiliza, bajo otra forma, el paso recíproco de los inconmensurables, cuando extiende la línea hasta el plano, y el plano en cuerpo. En general, oculta bajo el nombre de infinito esta identidad de los inconmensurables, diciendo que el plano está hecho de línea innumerables, etc. Además, expresando por series infinitas la relación entre muchos números, ella olvida que ha sobrepasado la diversidad absoluta de la reflexión y que ha comparado inconmensurables. En particular, la llamada geometría superior reduce el plano a la línea, y ambos a lo infinitamente pequeño, es decir, al punto; por su lado, el análisis construye la línea a partir de puntos, incluso la línea infinita. Pero de qué manera puede la línea nacer del punto, el plano de la línea, etc, esto no es concebible más que recurriendo al concepto de movimiento, es decir, una vez que el tiempo y el espacio han sido idénticamente puestos.

Hemos visto que la línea es el espíritu que se produce en la forma
subjetiva que le es propia, y que su traspaso a su forma *393*
verdaderamente objetiva es el cuadrado; por el contrario, el producto que corresponde a la naturaleza naturada, es el cubo. Hay en efecto tres dimensiones para el espacio que se produce a sí mismo, haciendo abstracción del espíritu.

El cuerpo que se hace es cuadrado, el cuerpo que es, por el contrario, es el cubo. La relación de los cuerpos separados de ellos

mismos, es la línea, es decir, la relación subjetiva privada de forma objetiva. También cuando los cuerpos suprimen esta diferencia para constituir un cuerpo único cayendo el uno en el otro, transforman entonces la línea en cuadrado. Por consiguiente, la ley de la caída es la relación del cuadrado de la distancia, o de la línea cambiada en cuadrado[209].

Pero hay aquí lugar para otra diferencia: o bien la diferencia de dos cuerpos es realmente suprimida, o bien, permanece; es decir, que se constituye en cuerpo real o ideal. El primer caso es el de la caída libre, el segundo el del movimiento circular. En la caída, el elemento del cuadrado es simplemente representado por la suma de las unidades del tiempo, o también por una línea dividida según no importa que medida arbitraria expresada en números. Pero en el movimiento circular, donde se produce el cuerpo ideal, la diferencia permanece entre los cuerpos, por tanto, entre el tiempo y el espacio; el primero constituye el tiempo periódico, el segundo la distancia entre los cuerpos. Así pues, es necesario poner en relación el tiempo periódico con el espacio que recorre el cuerpo, y que forma un ángulo con el espacio de la distancia; y esta síntesis que constituye la cantidad de movimiento es el cuadrado mismo. Se distinguen, pues, dos elementos en lo que se denomina la materia del movimiento, y que expresa la relación total de los dos cuerpos en movimiento, el uno alrededor del otro; a saber, la línea de la distancia y el cuadrado del movimiento. También la cantidad del todo, compuesto con estos elementos, será el cubo o el cuerpo. Y puesto que la gravedad es siempre una y constante, el cubo será el mismo en todos los casos, lo mismo para todos los planetas, si es de ellos de quien hablamos. Así se obtiene fácilmente la célebre ley de Kepler[210].

Debemos extraer de la exposición precedente los lemas filosóficos de la matemática y también deducir las demostraciones de
estos teoremas que sirven para fundar casi toda la matemática ***395***
aplicada, carente en nuestra época de auténtica demostración, siendo las propias matemáticas incapaces de ello. En este sentido, hemos intentado hacer algo parecido desarrollando los conceptos

anteriormente mencionados. Nuestra exposición de la síntesis del tiempo y del espacio, y el paso del espíritu o de la línea en cuadrado, permiten fundar la descomposición vulgar de las fuerzas, donde la verdad y la necesidad matemáticas son solamente postuladas, desprovistas, por otro lado, de verdad física. Desde aquí se abre un camino fácil hacia las leyes de la mecánica, porque ésta no hace más que transferir las leyes físicas en la materia muerta. Pero las mismas leyes han de ser buscadas en la naturaleza, y no en la mecánica que imita la naturaleza. Volvamos a nuestro propósito.

Entre los cuerpos celestes, es la línea de cohesión la que determina la relación de las distancias, de las cuales hablaremos más abajo. Separadas sus masas las unas de las otras, forman centros de densidad opuestos a la raridad del éter, puntos de extrema contracción opuestos a la extrema expansión. Por esta razón los físicos atribuyen al éter la elasticidad absoluta y la fuerza repulsiva; a los cuerpos, por el contrario, la fuerza atractiva; y la fuerza de gravedad la atribuyen únicamente a los cuerpos y no al éter. Para superar esta oposición entre densidad y raridad extremas, la identidad primitiva de la naturaleza se esfuerza en suprimir la separación de los cuerpos[211]. que es el fenómeno de esta oposición: la línea virtual se esfuerza en pasar al cuadrado, de revestir una forma y un cuerpo. Este esfuerzo constituye, precisamente, el fenómeno del movimiento.

Por otra parte, la naturaleza ha querido que el sistema de los cuerpos celestes no se coagule en una masa única y desconoce en ella la caída hasta el triste estado de naturaleza naturada[212], suerte común de los cuerpos. Ella ha querido que (este sistema) sea una imagen de ella misma y una expresión viviente de la razón. Es un cuerpo, pues, no real sino ideal, es decir, un cuadrado que es producido por el movimiento curvilíneo. Así, el cuerpo que su línea reviste no es otra cosa que el espacio abarcado por los cuerpos que circulan sobre su órbita.

Luego, si queremos definir el movimiento circular por su opuesto
diremos que es un cuerpo suprimido, o la reducción del cuerpo o del

cubo por el cuadrado, y expresaremos por medio de este concepto la sublime ley de Kepler[213].

En el círculo formal, el concepto de distancia constante a un punto constituye la circunferencia. El carácter primitivo del círculo es que ningún diámetro ni ningún otro lugar de la circunferencia exceda la multiplicidad infinita de los otros. Si, partiendo de la primitiva línea de cohesión, se pone únicamente la diferencia de los cuerpos, pero no el esfuerzo de la naturaleza por reunirlos en un solo cuerpo, es imposible entonces llegar al movimiento. Si se puede ahora construir mecánicamente el círculo a partir de la fuerza atractiva del cuerpo central y de la fuerza centrífuga del cuerpo en revolución sobre la órbita, ¿cómo podría alcanzarse la preeminencia de un diámetro cualquiera, la línea de cohesión con sus puntos culminantes, en fin, la elipse?

Bien que en el sistema solar los cuerpos sean disjuntos, y que la línea rígida de cohesión se suprime para pasar al movimiento, su fuerza no se pierde sin embargo en la indiferencia de todos los diámetros del círculo formal[214]. La línea manifiesta su fuerza constituyéndose en el eje de las órbitas, manifiesta igualmente su polaridad en el cambio de movimiento que es retardado por un polo, acelerado por el otro: retarda en el Afelio, donde la fuerza del punto culminante, el sol, está en su máximo, y acelera, por contra, en el Perihelio, donde la fuerza del sol es menor, pero donde la fuerza imprimida al cuerpo es la mayor.

Es con todo esto con lo que hay que relacionar las perturbaciones del movimiento planetario. Son las formaciones de una cohesión más débil, pasajera y fácilmente dominada por la cohesión primera[215].

Así como hemos opuesto la diferencia ideal de las potencias y la diferencia real del magnetismo, es necesario finalizar mencionando que esta diferencia real existe bajo la forma de una doble diferencia: se forma una línea real de Oriente a Occidente; es la línea de los cuerpos llamados Cometas que recorren las órbitas en los inmensos Absides, porque el Oriente y el Occidente son sometidos a la ley de la diferencia de las potencias.

Lo poco que añadiría para finalizar, concierne a la relación 399
racional de las distancias de los planetas. En realidad, la medida y el número de la naturaleza no podrían ser extraños a la razón. La búsqueda y el conocimiento de las leyes de la naturaleza tienen un solo fundamento: es nuestra convicción de que la naturaleza ha sido configurada por la razón, y que todas las leyes de la naturaleza son idénticas. Esto se ve bien en aquellos que buscaban las leyes en la experiencia y por inducción; cuando por azar encontraban la apariencia de una ley, reconocían esta identidad de la naturaleza con la razón, experimentaban la alegría de sus descubrimientos, y si otros fenómenos no se ajustaban tan bien con la ley, ponían entonces en duda sus experiencias y se esforzaban, a cualquier precio, en realizar la armonía de los dos.

Se tiene un ejemplo de ello en la relación de las distancias de los planetas que estudiamos aquí. En efecto, las distancia de los planetas presentan la relación de una cierta progresión aritmética, pero el quinto término de la progresión no corresponde a ningún planeta en la naturaleza; se piensa entonces que existe realmente uno entre Marte y Júpiter que marcha errático en los espacios celestes, desconocido por nosotros, y se lo busca con asiduidad.

Pero la progresión invocada es aritmética y no sigue de ninguna manera la generación de los números a partir de ellos mismos, es decir, de las potencias, alejándose así de la Filosofía. Se sabe cómo los pitagóricos trabajaron tratando de establecer las relaciones filosóficas de los números. Se me permitirá alegar aquí una serie de números extraída de su escuela y conservada en los dos Tímeos; es verdad que Timeo no relaciona estos números a los planetas pero considera que el mismo Demiurgo a conformado el Universo según esta relación.

He aquí esta serie de números: 1, 2, 3, 4, 9, 16, 27; se me
permitirá, en efecto, situar 16 en lugar de 8 que leemos en el texto. 401
Si esta serie corresponde, mejor que la serie aritmética, al verdadero orden de la naturaleza, entonces es claro que el cuarto y el quinto

rango son separados por un mayor espacio y que no falta ningún planeta en este lugar.

Para expresar brevemente lo que falta por decir, basta tomar las raíces cúbicas de las cuartas potencias de estos números (para no olvidar la unidad pondremos $3\sqrt{3}$) y se encontrará las relaciones de las distancias de los planetas:

1,4 2,56 4,37 6,34 18,75 40,34 81

Puede verse también que los satélites de Júpiter mantienen la misma relación de las distancias que la progresión de los cuatro primeros planetas, pero el cuarto satélite excede en poco el número que le es propio.

Además, los satélites de Saturno mantienen una relación diferente digna de interés: en efecto, los tiempos periódicos de los cuatro primeros están en la misma relación que las raíces cuadradas de 1, 2, 4, 8 y las distancias están en la misma relación que las raíces cúbicas de los mismos números. Y si se buscan los mismos números de los tiempos de revolución, se encuentra $\sqrt{-2^9}$, $\sqrt{2^{10}}$, $\sqrt{2^{11}}$, $\sqrt{2^{12}}$, $\sqrt{22}$, $\sqrt{32}$, $\sqrt{45}$, $\sqrt{64}$.

El quinto satélite, así como el quinto planeta, cambia la progresión formal, y mientras que las distancias de los cuatro primeros son como raíces cúbicas de 1 2 4 8, es decir, 1 1,26 1,63 2 $3\sqrt{8}$ convendría al cuarto y $\sqrt{8}$ convendría al quinto, es decir $3\sqrt{(16 : 32)}$ y la serie de los cubos de los cuales las raíces expresan la relación de las distancias es

$1, 2, 2^2, 2^3, (2^4 : 2^5), 2^8, (2^{12}: 2^{13})$

es decir… $2^{9/2}$ … $2^{25/2}$.

BIBLIOGRAFÍA

Obras completas de las obras de Hegel

Werke. Ed. Surhkamp Verlag. 1966. Eva Moldauer und Karl Markus Michel. Nueva edición crítica. Edición a cargo de Felix Meiner Verlag Editor. 1965.

Ediciones del *De Orbitis Planetarum*

G. W. F. Hegel Erste Druckschriften. Ed. Lasson 1928. Las referencias numéricas que aparecen en el texto del *De Orbitis Planetarum* pertenecen a la paginación de esta edición.

Dissertatio Philosophica de Orbitis Planetarum. Ed. W. Neuser. Weinheim. Acta Humaniora d. VCH, 1986.

Le orbite dei pianeti. Tra. Antimo Negri. Ed. Laterza. 1984.

Les orbites des planètes. Tra. E. de Gandt. Ed. Vrin. 1979.

Hegel's Habilitationsthesen. Tra. Waszek, N. En. Hegel and modern philosophy. Ed. O. Lamb. 1987, pp. 249-260.

Obras de Hegel

Differenz des Fichteschen und Schellingschen Systems der Philosophie. Ed. Suhrkamp Verlag. Frankfurt am Main. 1970. Englobado en Jenaer Schriften. Werke. 2.

Diferencia entre los sistemas filosóficos de Fichte y Schelling. Ed. Er. Revista de filosofía. Sevilla. 1985.

Phänomenologie des Geistes. Ed. Surhkamp Verlag. Frankfurt am Main. 1986.

Fenomenología del Espíritu. Tr. Wenceslao Roces. Ed. Fondo de Cultura Económica. Madrid. 1981.

Wissenschaft der Logik. Ed. Suhrkamp Verlag. Frankfurt am Main. 1983.

Ciencia de la Lógica. Tr. Rodolfo Mondolfo. Ed. Solar. Buenos Aires. 1982.

Enzyklopädie der Philosophischen Wissenschaften. (1830). Ed. Felix Meiner Verlag. Hamburg. 1969.

Enciclopedia de las ciencias filosóficas. Tr. R. Vallas Plana. Ed. Alianza. 1999.

Encyclopédie des Sciences philosophiques. M. Gandillac. Ed. Gallimard. 1970.

Philosophie de la nature. A. Vera. Ed Culture et civilisation. Bruxelles. 1969.

Hegel's Philosophy of nature. M. Petry. Ed. G. Allen and Unwin. Ltd. London. 1970.

Hegel Briefe. 4 Vol. Ed. Felix Meiner. 1952.

Hegel. Correspondance. Ed. Gallimard. París. 1967.

Bibliografía sobre Hegel

AMBACHER, M. *Cosmologie et philosophie*. Ed Aubier-Montaigne.1967. BarthéLEMY, G. *De la torce accélératrice dans le Principia*. Rev. Hist. Sci. 1987, XL/3-4, pp. 274-280.

BEAUMONT, B. *Hegel and the seven planets*. Ed. Mind, n.° 63. 1954.

BELL TEMPLE, *E. Gauss, el príncipe de los matemáticos*. En El mundo de las matemáticas. Tomo 1. Ed. Grijalbo. 1981.

BERTOLONI, D. *The relativization of centrifugal forcé*. En Isis, Marzo. 1990, vol. 81, pp. 223-243.

BIEDERMANN, G. *Schelling und Hegel in Jena*. Ed. Deutsche Zeitschrift für Philosophie. Berlin, n.° 23. 1975, pp. 737-744.

BIRCHALL, B. C. *On Hegel's critique of formal Iogic*. Ed. Clio, Fort Wayne, 1980, pp. 283-296.

BODEI, R. *Sistema ed época in Hegel*. Ed. II Mulino. Bologna 1975.

BOEHME, H. *Die Dialektik der Mathematik*. Ed. Hg-Jh. Köln. 1975, pp. 527-532.

BONSIEPEN, W. *Hegels Kritische ausenaindersetzung mit der Zeitgenössischen Evolutiontheorie*. En, Hegels Philosophie der Natur. Stuttgart, Klett-Cotta. 1986, pp. 151-174.

BUCHDAHL, G. *Hegel and the structure of science*. En, Hegel. Ed. M. Inwood. Oxford Uny. Press. 1985, pp. 110-136.

—, *Conceptual analysis and scientific theory*. En. Hegel's philosophie of nature. Ed. Reidel Publishing Company. 1984, 64, pp. 13-36.

—, *Hegel's philosophy of nature*. En. Brit. Jour. Philos. Sci. 23. 1972, pp. 257-290.

CAPEK, M. *Hegel and the organic wiew of nature*. En. Hegel and the Sciences. Ed. Reidel Publ. Comp. 1984, pp. 109-121.

CAPOZZI, G. *Hegel e il problema dello spazio-tempo*. Ed. Prazi e Teoría. Milano, n.° 2. 1979, pp. 37-55.

—, *A comment on Buchdahl's conceptual analysis and scientific theory in Hegel's philosophy of nature*. En. Hegel and the Sciences. Ed. Reidel Publ. Comp. 1984, pp. 37-40.

CLERO, J. P. *La naissance du calcul infinitesimal au XVII'éme siècle*. Ed. Cahiers d'histoire et de philosophie des Sciences, n.° 16. C.N.R.S. 1980.

CLOSS, O *Kepler und Newton und das Problem der gravitation in der Kantischen, Schellingschen und Hegelschen Naturphilosophie*. Ed. Heilderberg. 1908.

COSTABEL, P. *Les Principia et leurs colonnes d'Hercule*. Ed. Rev. Hist. Sci. 1987, XL/3-4, pp. 251-271.

CRESCINI, A. *«Le orbite dei pianeti» nella filosofía della natura di Hegel*. Ed. Giornale di Metafísica. Nuova Serie-IX. 1987, pp. 479-494.

CHÂTELET, F. *Hegel*. Ed. Seuil. 1968. Tr. Castellana *Hegel según Hegel*. Ed. Laia. Barcelona 1973.

DAL PRA, M. *Dialettica hegeliana ed epistemología contemporánea*. En Bolletino di storia della filosofía. Studi de Leche, vol III. 1975, pp. 81-102. Daunizeau, J. *Hegel et le langage des Sciences de la nature*. En Science et dialectique chez Hegel et Marx. C.N.R.S. 1980, pp. 27-39.

DE GANDT, Fr. *The geometrical treatement of central forces in Newton's Principia*. Ed. Graduate Faculty Philosophy Journal. Vol. 12, n.° 1-2. 1987, pp. 111-152.

—, *Mathematiques et réalité physique au XVII'éme siècle*. En Pensar les mathematiques. Ed. Seuil. 1982, pp. 167-194.

D'HONDT, J. *Le concept de la vie chez Hegel*. En Hegels Philosophie der Natur. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 138-150.

DIEUDONNE, J. *Mathematiques vides et significatives*. En Pensar les mathématiques. Ed. Seuil. 1982, pp. 15-38.

DITTRICH, M *Hegels Organik der Naturphilosopie und die Wissenschaftsgeschichthe*. Hg-Jh. 1970-1971, pp. 159-163.

DOUMIT, E. *Hegel et l'infinitesimal*. En Les signes et leur interpretation. Université de Lille III, 1972, pp. 75-92.

DOZ, A. *La théorie de la mesure*. Ed. P.U.F. Paris 1970.

DUBARLE, D. *La nature chez Hegel et chez Aristote*. Ed. Archives de philosophie. Tomo 38. 1975. Paris, pp. 3-32.

—, *La critique de la mécanique newtonienne dans la philosophie de Hegel*.
E. Hegel: l'esprit objectif. Université de Lille. 1970.

—, *Logique formalisante et logique hegélienne*. En Hegel et la Pensée modeme. Ed. P.U.F. Paris. 1970.

DÜSSING, K. *Die Idee des Leben in Hegels Logik*. En Hegels Phulosophie der Natur. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 276-289.

ENGELHARDT, D. *Das Chemische System der Stoffe, Krafie und Prozesse in Hegel Naturphilosophie und der Wissenchafi seiner Zeit*. Ed. Hegel Studien, 11. 1974. Bonn, pp. 125-139.

—, *Die Biologische Wissenchaften in Hegels naturphilosophie*. En Hegels Philosophie der Natur. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 30-44.

—, *The Chemical philosophie of nature and the Science of his time*. En Hegel and the Sciences. Ed. Reidel. Pub. Comp. 1984, pp. 41-54. Findlay, J. N. *Hegel's most fundamental methodological ruse*. En Beyond epistemology. Ed. Martinus Nijhoff. The Haghe. 1974, pp. 154-173.

—, *Hegel und die Physik*. Ed. Hg-St, 11. 1974. Bonn, pp. 111-116.

—, *Hegel. A Reexamination*. Ed. G. Alien and Unwih Humanities Press, 1970. Tr. Castellano. *Reexamen de Hegel*. Ed. Grijalbo. Barcelona. 1969.

FLECKENSTEIN, J. *Hegels Interpretation der Cavalierischen Infinitesimalmethode*. Ed- Hg-St, 11. 1974. Bonn, pp. 117-124.

GIOVANNI, G. *More comments on the place of the organic in Hegel s Philosophy of nature*. En Hegel and the Sciences. Ed. Reidel. Pub. Comp. 1984, pp. 101-107.

GIRGINOW, G. *Hegel und Finige Probleme der Logik der Naturwissenschaften*. Ed. Hg-Jh. 1971-1972. Meisenheim am Glam, pp. 352-355.

GÓMEZ PIN, V. *Hegel*. Ed. Barcanova. 1983.

—, *Del cálculo diferencial como peldaño para la intelección de la categoría ontológica de medida*. (Tres notas de la Ciencia de la Lógica). Memoria de Cátedra. Universidad del País Vasco 1986.

—, *Infinito y medida*. Ed. Granica. 1987.

—, *El Infinito*. Ed. Nueva ciencia. Temas de hoy. 1990.

GOTT, V. S. *Hegel and philosophical questions of modern physics*. Ed. Hg-Jh. 1970-1971. Meisenheim am Glam, pp. 220-228.

GOULIANE, C. I. *Hegel ou la philosophie de la crise*. Ed. Payot. París. 1970.

GRIMMLINGER, F. *Zur methode der naturphilosophie bei Hegel*. En Wiener Jahrbuch für Philosophie. Stuttgart. 1970, pp. 36-68.

GÜNTHER, G. *Natürliche Zahl und Dialektik*. Ed. Hg-Jh. 1972-1973. Meisenheim and Glam, pp. 15-32.

HARRIS, E. *Dialectic and scientific method*. Ed. Idealistic studies, vol. III, n. ° 1. 1978, pp. 1-17.

—, *Hegel and the natural Sciences*. En Beyond epistemology. Ed. Martinus Nijhoff. The Haghe. 1974, pp. 129-153.

—, *The dialectical structure of scientific thinking*. En Hegel and the Sciences. Ed. Reidel Pub. Comp. 1984, pp. 195-213.

HARRIS, H. S. *Le dévelopement de Hegel*. Ed. L'Âge de l'Homme. 1988. Horstmann, R. P. *Logifizierte Natur oder Naturalisiert Logik? Bemerkungen zu Schellings Hegel-Kritik*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 290-308.

HÖRZ, M. *Ist die Naturphilosophische Bewegungsauffassung von Hegel mit der Modernen Naturwissenschaft Vereinbar?* En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 331-348.

HOUANG, F. *Le neo-hegelianisme en Angleterra*. Ed. Vrin. Paris. 1954. Houlgate, Stephen (ed.). *Hegel and the Philosophy of Nature*. Ed. SUNY Press. 1998

JAEGLÉ, P. *Sur la dialectique*. En Dialectique de la nature. Ed. Sociales. 1977.

JORLAND, G. *La science dans la philosophie*. Ed. Gallimard. 1881.

KAUFMAN, W. *Hegel*. Ed. Doubleday & Comp. New York. 1965. Tra. castellana. Alianza universidad. 1985.

KEDROW, B. M. *Zusammenhang von Engels Arbeit an der Naturdialektik mit der Naturphilosophie und Logik Hegels*. Ed. Hg-Jh. Kóln. 1976, pp. 437- 451.

—, *Die Hegelsche «Wissenschaft der Logik» und die Naturwissenschaft*. En. Von Mute des Erkennens. Ed. Frankfurt.l 981, pp. 164-182.

KERKHOFF, M. *Hegel. Sobre la naturaleza*. Diálogos. 1969.

KESSELRING, T. *Ist Bewubtwerdung em Akt des Geistes oder em Prozeb der Natur? Hegel und Piaget über Reflexión und Bewubtwerdung*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. KlettCotta. 1986, pp. 363-388.

KLENNER, H. *Hegel: Rechtwissenschaft- Mathematik ohne Vernunft*. Ed. Hg-Jh. Meisenheim am Glan. 1971- 1972, pp. 164-169.

KNIGHT, D. *Ordering the world*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 401-41 2.

KRÖBER, G. *Zur Dialektik in Natur, Gesellschaft und Wissenschaft*. Ed. Hg-Jh. Meisenheim am Glam. 1970-1971, pp. 197-202.
LACHTERMAN, D. *Hegel and the Formalization of Logik*. En Graduate Faculty Philosophy Journal. 1987, vol. 12, n.° 1-2, pp. 153-236.
LACROIX, A. *La science la plus difficile de toutes*. Ed. Rev. Philosophie. n.° 13.1986, pp. 15-37.
LAMB, D. *Hegel. From foundation to system*. Ed. Martinus Nijhoff. La Haghe, 1980.
LEKTORSKY, V. *Science and epistemology of science*. En Logic, methodology and philosophy of science VI, 1982.
LEVERE, T. H. *Hegel and the Earth Sciences*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. KlettCotta. 1986, pp. 103-120.
LEY, H. *Hegeis Naturbegriff in seinér «Enzyklopádie»*. En Philosophie und Natur. 1985, pp. 156-173.
—, *Some «moments» of Hegel's relation to the Sciences*. En Hegel and the Sciences. Ed. Reidel Publ. Comp. 1984, n.° 64, pp. 241-270.
LUNTHEREN, E. H. *Hegel and gravitation*. En. Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 45-53.
MANSER, A. *Hegel 's teleology*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 264-275.
MARRADAS, J. *Descartes, Newton y Hegel. Sobre el método de análisis y síntesis*. Ed. Pensamiento. Vol. 41. 1985, pp. 393-429.
MCMULLIN, E. *Is the progress of Science dialectical*? En Hegel and the Sciences. Ed. Reidel Pubi. Comp. 1984, n.° 64, pp. 215-239.
MICHAUX, B. *Sur le rapport Hegel-Engels. De la philosophie de la nature*. Ed.
La pensée. París, n.° 219. 1981, pp. 29-42.
MOISO, E. *Die Hegelsche Theorie der Physic und der Chemie in ihrer Beziehung zu Schellings Naturphilosophie*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 54-87.
MORETTO, A. *Hegel e «la matemática de 11'infinito»*. Ed. Publicazioni di Verifiche. 8. 1984.

—, *Questioni di filosofa della matemática nella «Scienza della lógica» di Hegel*. Ed. Publicazioni di Verifiche.l3. 1988.
—, *L'influence de la «mathematique de l'infin» dans la formation de la dialectique hégélienne*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 175-196.
NEWTON-SMITH. *La racionalidad de la ciencia*. Ed. Paidós. 1987.
NEUSER, W. *The dijference between begriffícher spekulation and mathematics in Hegel's philosophy of nature*. En Hegel and modern philosophy. Ed. D. Lamb. London. 1987,pp. 226-248.
ODUJEW, S. E. *Der Geist ais demiurg der Natur*. Ed. Hg-Jh. Kóln. 1976, pp. 78-83.
OESER, E. *Der Gegenstz von Kepler und Newton in Hegels «Absoluter Mechanik»*. En Wiener Jahrbuch für Philosophie. Ed. Stuttgart. 1970, pp. 69-93.
OISERMAN, T. I. *Hegel und der Naturwissenschaftliche Empirismus*. En Hegels Philosophie der Natur. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 398-400.
OLIVIER, H. *Philosophie de la nature et Sciences positives selon Hegel*. En Science et dialectique chez Hegel et Marx. C.N.R.S. 1980, pp. 15-26.
OMEUANOWSKI, M. *Probleme der Dialektik in der Quantenphysic*. Ed. Hg-Jh. Meisenheim am Glan. 1970-1971, pp. 203-210.
—, *Hegel und die Dialektik in die Modernen Physic*. Ed. Hg-Jh. Köln. 1975, pp. 533-543.
PAOLUCCI, H. *Hegel and the celestial mechanics of Newton and Einstein*. En Hegel and the Sciences. Ed. Reidel Pubi. Comp. 1984, pp. 55-85.
PETRY, M. *Scientific method. Francoeur, Hegel an Pohl*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 11-29.
—, *Hegel's criticism of Newton*. Ed. Clio. Fort Wayne. 1984, pp. 331-348.
—, *Hegel's dialectic and the natural Sciences*. Ed. Hg-Jh. Kóln. 1974, pp. 452-456.
PÖGGELER, O. *Fragment aus einer Hegelschen Logik*. Ed. Hg-St. Bonn. Band. 2. 1963, pp. 11-17.
RIPALDA, J. M. *Fin del clasicismo*. Ed. Trotta. 1992.

ROYCE, K. *Hegel's deduction of the concept of science*. En Hegel and the Sciences. Ed. Reidel Pubi. Comp. N.° 64. 1984, pp. 271-281.

RUBEN, P. *Naturerkenntnis aus dem Gedanken*. Ed. Wissenschaft und Fortschrift. 20. 1970, 8, pp. 352-356.

SABELLI, H. C. *An attempt to formalize sorne aspects of dialektik logic*. Ed. Hg-Jh. Meisenheim am Glan. 1970-1971, pp. 211-213.

SCHIPPERGES, H. *Hegel und die Naturwissenschafien*. Ed. Hg-st. Bonn. n.° 11. 1974, pp. 105-110.

SCHREITER, J. *Die Positivistische Hegel-Kritik*. En Von Mute des Erkennens. Ed. Frankfurt. 1981, pp. 338- 345.

SERREAU, R. *Hegel et Vhegelianisme*. Ed. P.U.F. 1962. Tr. Castellano. Ed. Buenos Aires 1964.

SHEA, W. R. *Hegel's celestial mechanics*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 30-44.

SNELDERS, H. *Hegel und die Bertholletsche Affnitatslehre*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 88-102.

SOLOMON, R. C. *Hegel's epistemology*. En Hegel. Ed. M. Inwood. Oxford Uni-versity Press. 1985, pp. 31-53.

SPINICCI, P. *Hegel e le scienze della natura*. Ed. Revista di storia della filosofía. N.° 2. 1984.

STEPELEVICH, L. *The hegelian conception of space*. En. Nature and system, 1. 1979, pp. 111-126.

STONE, A. *Hegel's Philosophy of Nature: Owercoming the división between matter and thought*. Ed. Dialogue 39. 2000.

SUCHTING, W. A. *Hegel and the humean problem of induction*. Ed. Stud. in Hist. and Philo. of Science. 21. 1990, pp. 493-511.

SZIGETTI, J. *Hegel und Cantor*. Ed. Hg- Jh. Meisenheim am Glan. 1971-1972, pp. 283-293.

TAURECK, B. *Mathematische und Transzendentale Identitat*. Ed. R. Oldenbourg. 1963.

TEJADA, E. *Ciencia, ciencias y filosofa en Hegel*. Ed. Anales de la Cátedra Francisco Suarez. Granada 1969-1 970.

THAGARD, P. *Hegel, Science, and set theory*. Ed. Erkenntis. Vol. 18. 1982, pp. 397-410.

THEAU, J. *La place du nombre dans la dialectique hégélienne et la dialectique hamelinienne*. Ed. Hg-Jh. Meisenheim am Glan. 1972-1973, pp. 466-477.

—, *La conception hégélienne de Tespace et du temps*. Ed. Hg-Jh. Kóln. 1975, pp. 187-194.

VADÉE, M. *Nature etfonction des mathématiques et de leur histoire dans le système dialectique hegelien*. Ed. Hg-Jh. Meisenheim am Glan. 1972- 1973, pp. 33-39.

—, *Matiére et Sciences de la nature dans la pensée dialectique de Hegel et de Marx*. Ed. Hg-Jh. Koln. 1976, pp. 69-77.

VALLS PLANA, R. *Del yo al nosotros*. Ed. Laia. 1971.

VERRA, V. *Hegel critico della filosofía moderna: matemática e filosofía*. En Enciclopedia' 72. Istituto della enciclopedia italiana. 1971, pp. 83-97.

Vieillard, J. L. *Hegel et la revolution coperniciénne*. Ed. Bulletin de la Société ligérienne de philosophie. 1973, n.° 1, pp. 70-86.

—, *La notion de matiére et le matérialisme vrai selon Hegel et Schelling a l'époque d'Iéna*. Ed. Hg-Dt. Bonn, 20. 1980, pp. 197-206.

WAHL, J. *Le role de A. Koyré dans le developpement des études hégéliennes en France*. Ed. Archives de philosophie. Tome XXVIII. Paris. 1965, pp. 323-336. Wahsner, R. *Naturwissenschaft zwischen Verstand und Vernunft*. En Vom Mute des Erkennens. Ed. Frankfurt. 1981, pp. 183-203.

WANDSCHNEIDER, D. *Raum, Extensión und das Problem der Dreidimensionalitat in Hegels Theorie des Raumes*. Ed. Hg-St. Bonn. Band 10. 1975, pp. 255-273.

—, *Raum, Zeit, Relativität*. Ed. V. Klostermann. Frankfurt. 1982.

—, *Relative und Absolute Bewegung in der relativitätstheorie und in der Deutung Hegels*. En Hegel Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart, Klett-Cotta. 1986, PP. 350-362.

WEBB, T. R. *The problem of empirical knowledge in Hegel's philosophy of nature*. Ed. Hg-St. 15. Bonn. 1980, pp. 171-186.

—, *Scepticism and hegelian Science*. Ed. Dialogue, vol. XVI, n.° 1. 1977, pp. 139-162.
WEISSHAUPT, K. *Der Übergang von der Idee zur Natur*. Ed Hg-Jh. Köln. 1976, pp. 53-60.
WOLFF, M. *Hegel und Cauchy. Eme Untersuchung zur Philosophie und Geschichte der Mathematik*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cotta. 1986, pp. 197-263.
WOLODIN, A. I. *Hegels Philosophie der Natur im Urteil der Russischen Denker*. En Vom Mute des Erkennens. Ed. Frankfurt. 1981, pp. 212-231.
ZELENY, J. *Die Rolle der Mathematischen Strukturen in der Dialektich-Materialistichen Analyse*. Ed. Hg-Jh. Meisenheim am Glan. 1972-1073, pp. 40-49.
ZIMMERLI, W. *Potenzenlehre versus Logik der Natur philosophie*. En Hegels Philosophie der Natur. Ed. Stuttgart. Klett-Cottá. 1986, pp. 309-330.

Otros títulos consultados

AUBENQUE, P. *Le problème de Vétre chez Aristote*. Ed. P.U.F. 1962. Tra. castellana. *El problema del ser en Aristóteles*. Ed. Taurus. 1974.
ARISTÓTELES. *Metafísica*. Ed. Gredos. 1982.
—, *Physique*. Ed. Belles Lettres. 1983.
COLERUS, E. *Von Pythagoras bis Hilbert*. Ed. Paul Zsolnay Verlag. Wien. Tra.
castellana. *Breve historia de las matemáticas*. Ed. Doncel. 1972-1973.
DAMPIER, W. C. *History of Science*. Cambridge University Press. 1929.
DUGAS, P. *La mécanique au XVII siècle*. Ed. du Griffon. Neuchatel-Suisse. 1954.
ECHEVERRÍA, J. *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía del siglo XX*. Ed Barcanova. Barcelona. 1989.
HEISENBERG, W. *Das Naturbild der heutigen Physik*. Ed. Rowohlt Verlag. Hamburg. 1955. Tra. castellano. *La imagen de la naturaleza en la física actual*. Ed. Ariel. 1976.

GEYMONAT, L. *Límites actuales de la filosofa de la ciencia*. Ed. Gedisa 1987.

—, *Historia del pensamiento filosófico y científico*. Ed. Ariel. 1985. Gusdorf, G. *Le savoir romantique de la nature*. Ed. Payot. Paris. 1985.

KANT, I. *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*. (Akademie-Textausgabe, Bd. IV, S. 467-565). Tra. castellano. *Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza*. Ed. Alianza Editorial. 1989.

—, *Kritik der reinen Vernunft*. Ed Suhrkamp. Band 111-1V. Frankfurt. 1968. Tra. castellano. *Crítica de la razón pura*. Ed. Alfaguara. 1978.

Koestler, A. *The Sleepwalkers*. Ed. Hutchinson Publi. Group, Ltd. Londres. 1959. Tra. castellano. *Kepler*. Ed. Salvat. 1987.

KOYRÉ, A. *From the closed world to the infinite universe*. Ed. Johns Hopkins University Press. 1957. Tra. castellano. *Del mundo cerrado al universo infinito*. Ed. Siglo XXI. 1984.

LEIBNIZ, G. W. *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*. Ed. Nacional. Madrid. 1983.

MARTIN, H. *Philosophie de la nature*. Ed. Dezobry et E. Magdeleine. Paris. 1849.

MEYERSON, E. *Du cheminement de la pensée*. Ed. Félix Alean. Paris. 1931. Newton, I. *Philosophia naturalis principia mathematica*. Cambridge University Press. 1972. Tra. castellano. Ed. Alfaguara. 1982.

Platón. *Las leyes*. Ed. Clásicos políticos. Madrid. 1983.

—, *Timeo*. Ed. Gallimard. 1977.

POPPER, K. *The open society and its enemies*. Ed. Princenton University Press. 1966. Tra. castellano. *La sociedad abierta y sus enemigos*. Ed. Paidós. 1982.

RAYMOND, P. *L' histoire et les Sciences*. Ed. Framjois Maspero. Paris. 1978.

RORTY, R. *La filosofía y el espejo de la naturaleza*. Ed. Cátedra. 1983.

RUSSO, F. *A. Koyré et l'histoire de la pensée scientifique*. Ed. Archives de philosophie. Tome XXVIII. 1965. Paris, pp. 337-361.

—, *Nature et methode de 1'histoire des Sciences*. Ed. A. Blanchard. Paris. 1984.

SCHELLING, F. W. *Werke*. Ed. Surhkamp. Ausgewáhte Achriften. 1985.

—, *Historische Kritische Ausgabe*. Ed. H. m. Baumgartner, H. Krings, W. G. Jacobs, H. Zeltner, Fromman-Holzboog, Stuttgart, 1976.
—, *Essais*. Ed. Aubier-Montagne.
—, *Bruno oder über das natürliche und góttliche Prinzip der Dinge*. Tra. castellano. *Bruno o sobre el principio divino y natural de las cosas*. Ed. Orbis. 1985.
THIEL, Ch. *From Leibniz to Frege*. Ed. Logic, methodology and philosophy of Science VI. 1982.
THOM, R. *Parábolas y catástrofes*. Ed. Tusquets. Barcelona. 1985.



GEORG WILHELM FRIEDRICH HEGEL (Stuttgart, 27 de agosto de 1770–Berlín, 14 de noviembre de 1831). Filósofo alemán.

Obras: *La Constitución de Alemania* (1802), *Fenomenología del espíritu* (*Phänomenologie des Geistes*, Bamberg, 1807), *Ciencia de la lógica* (*Wissenschaft der Logik*, 3 vols., 1812–1816), *Enciclopedia de las ciencias filosóficas* (*Enzyklopaedie der philosophischen Wissenschaften*, Heidelberg, 1817; 2.ª ed. 1827; 3.ª, 1830), *Elementos de la filosofía del derecho* (*Grundlinien der Philosophie des Rechts*, 1821) *Lecciones sobre la estética* (*Vorlesungen über die Ästhetik (gehalten 1820–1829, aus Notizen und Mitschriften* 1835–1838 postum herausgegeben von Heinrich Gustav Hotho).

Notas

[1] C. L. 57. R. M.- p. 35. S. V. <<

[2] *De Orbitis.* 389 LS - p. 157. D. G. - p. 127. W. N. Cuando del texto del *De Orbitis* se trate, daremos las referencias de las ediciones mencionadas de Lasson, (texto latino), de De Gandt y de W. Neuser por ser, quizás, las más utilizadas en el ámbito de los estudios hegelianos. <<

[3] *De Orbitis*. 389 LS - p. 157. D. G. - p. 127. W. N. <<

[4] *De Orbitis.* 389 LS - 157. D. G. - pp. 127-129. W. N. <<

[5] *De Orbitis.* 389 LS - 157. D. G. - p. 129. W. N. <<

[6] *De Orbitis*. 391 LS pp. 158-159. D. G. - p. 129. W. N. <<

[7] *De Orbitis.* 391 LS - p. 159. D. G. - p. 131. W. N. <<

[8] Los conceptos de espacio y tiempo son desarrollados por Kant, principalmente en su *Crítica de la razón pura*. «Doctrina trascendental de los elementos», primera parte, «La estética trascendental». Nos atendremos a esta referencia. <<

[9] Enz. § 258. p. 317. V. P. - p. 210. F. M. <<

[10] Idem. <<

[11] Enz. § 258. p. 317. V. P. - p. 210. F. M. <<

[12] Enz. § 259. p. 318. V. P. - p. 211. F. M. <<

[13] Idem. <<

[14] *Dif.* p. 144. ER. - p. 103. S. V. <<

[15] *Dif.* p. 144. ER. - p. 104. S. V. <<

[16] Ver los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft.* (Akademie-Textaus-gabe, Bd. IV, S. 467-565. *Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza.* (A lo largo de la segunda parte: Principios de la Dinámica). Ed. Alianza Editorial, pp. 72-123. <<

[17] C. L. p. 228. R. M. - p. 200. S. V. <<

[18] C. L. p. 228. R. M. - p. 201. S. V. <<

[19] C. L. pp. 228-9. R. M. - p. 201. S. V. El primer paréntesis es nuestro. Aunque su reflexión exige un encuadramiento más amplio que éste, cabe preguntar, a raíz de la última de las proposiciones transcritas en este texto, por qué tiene lugar aquí, en la *Ciencia de la Lógica* una nota acerca de unas determinaciones (atracción y repulsión) cuya efectividad o existencia sólo acontece en un objeto como la materia sensible. La respuesta la ofrece Hegel inmediatamente: «Pero también la fuerza de atracción y la de repulsión, si se las considera como fuerzas de la materia sensible, tienen en su base las determinaciones puras aquí consideradas de lo uno y los muchos y las relaciones recíprocas de ellas, que he llamado repulsión y atracción, porque estos nombres son los más conocidos.» Idem. p. 229. <<

[20] Enz. § 262. p. 322. V. P. - p. 215. F. M. <<

[21] Enz. § 262. p. 322. V. P. - p. 214. F. M <<

[22] Idem. p. 322. V. P. - p. 215. F. M. <<

[23] *Principia*, p. 227. Ed. Alfaguara. 1982. Tr. A. Escohotado. **<<**

[24] *Principia*. I. Def. VIII. p. 228. Ed. Alfaguara. En este sentido, W. Neuser en su Introducción al *De Orbitis* compara la actitud de Newton con la de Copémico, aunque a nuestro entender, Newton no tenía verdaderos motivos para temer, dada la situación del momento, una condena tan radical como en el caso de Copémico: «Acerca de la realidad (Realität) (exigida por Hegel para su verdadera valoración como conceptos científicos y siguiendo a Kepler), de los conceptos de la mecánica, ya A. Osiander, en su prólogo al libro de Copérnico *De Revolutionibus*, calma los críticos religiosos anunciando que, en realidad, las nuevas ideas son sólo construcciones matemáticas (mathematische Konstrukte). Lo mismo podría decirse de las palabras de Newton advirtiendo que habla de las fuerzas en sentido matemático». (*Op. cit*.). Cfr. p. 7. <<

[25] Lo cual, como critica constantemente Hegel, conlleva una visión puramente mecanicista de la física. En tomo a la valoración más positiva que en la actualidad se establece en tomo a la crítica de Hegel (favorecida por la obra de Einstein) son pertinentes las palabras de H. Paolucci en su artículo *Hegel and the celestial mechanics of Newton and Einstein*. En *Hegel and the Sciences*. D. Reidel Publishing Company. Boston. 1984. Dice así:

«In the light of what has since become the fate of Newton's mathematical "proofs", it was eminently fair and extraordinarily perceptive for Hegel to have said over 150 years ago». (*Op. cit.*). Cfr. p. 67.

Se subraya también el acuerdo de Hegel y Einstein, en el sentido de que la mecánica de Galileo o de Newton llevan al indeterminismo:

«Einstein admits that, in its pursuit of the open questions of the Galilean and Newtonian mechanics, mathematical Science has been led inevitably — as Hegel predicted— to Democritean, or Heisenbergian, indeterminism. But, according to Einstein, that is hardly an outcome to gladden the scientific heart». (*Op. cit.*). Cfr. p. 68.

«Summing up, we may say that the great valué of Hegel's criticism of Newton's celestial mechanics consists in its emphasis on the error of scientific "reductionism" upon which that mechanics was founded — an error that still plagues theoretical physics, obstructing its advance, and making impossible a philosophically-integrated Natural Science. The popularity of Einstein has made this part of Hegel's criticism more acceptable now than ever before». (*Op. cit.*). Cfr. pp. 82-83. <<

[26] Ver el comentario de A. Vera (*Op. cit*.) acerca del carácter matemático y no físico de las fuerzas: «Newton dit qu’il considère les forces attractives et répulsives non *physiquement*, mais *mathématiquement*. Mais, sans examiner ici l’exactitude de cette distinction, nous ferons observer que Newton aurait dû, en la donnant, définir le sens de ces termes, et dire quelle est la constitution *physique*, et quelle la constitution *mathématique* de la forcé, et plus encore, quel est le rapport de ces deux manières d’être d’une seule et même forcé, car c’est la le point essentiel et décisif de la question. Dire qu’il y a dans la forcé deux éléments essentiels, l’élément physique et l’élément mathématique, mais qu’on écarte l’un pour ne s’occuper que de l’autre, c’est nous dire qu’on se contente d’une connaissance imparfaite de la forcé, connaissance qui, par cel même, peut n’être pas du tout une connaissance… C’est un procédé éclectique fort commode, sans doute, mais qui est ce qu’il y a de plus opposé à la Science, et, nous ajouterons, à la Science la plus élémentaire, qui nous ensegne qu’une división n’est pas valable qu’autant qu’on connait et qu’on définit les termes qu’on divise». *(Op. cit.)*. Cfr. pp. 52-53. <<

[27] *Principia*. Sección XI. p. 404. Ed. Alfaguara. 1982. **<<**

[28] *De Orbitis*. 353 LS. - p. 132. D. G. - p. 87. W. N. La *Enciclopedia* mantiene todavía esta división. Aquí el conocimiento de la Idea, en tanto que traspasada en naturaleza, se encuentra archivada en disciplinas que recojen el grado de elaboración de la naturaleza en su aspiración a Idea. La primera de ellas es la mecánica finita a la que sigue la mecánica absoluta, y por último la física. <<

[29] *De Orbitis*. 355 LS. - p. 132. D. G. - p. 87. W. N. <<

[30] *De Orbitis*. 355 LS. - p. 132. D. G. - p. 87. W. N. <<

[31] *De Orbitis*. 357 LS. - p. 134. D. G. - p. 89. W. N. <<

[32] *De Orbitis*. 357 LS. - p. 134. D. G. - p. 89. W. N. <<

[33] En su Introducción a la Enz. (*Op. cit*.), A. Vera reflexiona acerca de la lógica de la identidad que funciona en dichas determinaciones (la línea de fuerza que se descompone en otras líneas): «Ou bien, si l’on se représente, ainsi que l’enseignement les mathématiques, *a* comme = *a*’ + *a*” + *a*”’ etc; ou une forcé, ou une ligne comme la résultante de deux forces ou de deux lignes, on sera amené à n’accorder une réalité qu’aux éléments composants de *a* ou de la résultante, et *a* ou la résultante ne seront que de simples abstractions, comme on dit, ou des mots, qui n’ajouteron rien à la réalité de leurs parties, ou de leurs éléments composants». (*Op. cit*.). Cfr. pp. 21-22.

«Et il n’est pas exact non plus de dire que *a* = *a* + *a*” + *a*”’ +… ou que la combinaison de deux lignes ou de deux forces soit une résultante; car il y a dans *a* ce qui n’est pas dans *a* + *a*” + *a*’”, etc; et c’est précisément parce que *a* est une autre chose que les quantités partielles en lesquelles on le décompose qu’il peut les tout contenir». (*Op. cit*.). Cfr. p. 22.

«C’est ainsi qu’il attribue (se refiere al Entendimiento) au mouvement centripète et au mouvement centrifuge deux principes ou deux origines distinctes, de même qu’il ne voit dans deux armées qui se battent, ou dans le mien et le tien que l’antagonisme de forces, ou d’intérêts opposés. Ce qu’il faut dire, c’est qu’il y a antagonisme et accorde, différence et unité». (*Op. cit*.). Cfr. p. 43.

«Par conséquent, les catégories d’attraction et de répulsion, de forcé, de centre, etc; et leur déduction appartiennent à la logique, et c’est précisément parce que les physiciens ne déduisent pas ces catégories logiquement, qu’ils ne s’en forment que des notions fausses, ou incompletes». *(Op. cit.)*. Cfr. p. 60. <<

[34] *De Orbitis.* 357 LS. - p. 135. D. G. - p. 91. W. N. <<

[35] *De Orbitis.* 357 LS. - p. 135. D. G. - p. 91. W. N. <<

[36] *De Orbitis.* 357 LS. - p. 135. D. G. - p. 91. W. N. <<

[37] *De Orbitis.* 357 LS. - p. 135. D. G. - p. 91. W. N. <<

[38] *De Orbitis.* 357 LS. - p. 135. D. G. - p. 91. W. N. <<

[39] *De Orbitis.* 361 LS. - p. 139. D. G. - p. 97. W. N. <<

[40] *De Orbitis.* 361 LS. - p. 139. D. G. - p. 97. W. N. <<

[41] *De Orbitis.* 361 LS. - p. 139. D. G. - p. 97. W. N. <<

[42] Ver la nota 27 de De Gandt en la introducción al *De Orbitis*. **<<**

[43] «*L’Idée* qui remplace la composition mécanique est celle de “forcé vivante”; et la raison pour adopter cette notion mentale, plûtot qu’une notion compositionelle et mécaniste, est assez simplement, que la liberté (interpretée comme créativité guidée par le sentiment du Beau) est l’idéal moral de notre existence à l’intérieur du cadre stable de la nature». H. S. Harris. *Le développement de Hegel*. Ed. L’Âge de l’Homme. 1988. p. 116. Dos aclaraciones por nuestra parte. Ideal moral siempre que moral signifique aquí conformidad a las exigencias del concepto. La elección del concepto de «fuerza viva» responde primero a esta exigencia conceptual. Relativizar, por otra parte, la estabilidad del cuadro ofrecido por la naturaleza teniendo en cuenta que la naturaleza es el reino de la accidentalidad. <<

[44] *De Orbitis*. 359 LS. - pp. 135-136. D. G. - p. 93. W. N. <<

[45] *De Orbitis*. 359 LS. - p. 137. D. G. - p. 93. W. N. <<

[46] *De Orbitis*. 361 LS. - p. 138. D. G. - p. 95. W. N. <<

[47] *De Orbitis*. 365 LS. - p. 141. D. G. - p. 101. W. N. <<

[48] *De Orbitis*. 367 LS. - p. 142. D. G. - p. 101. W. N. <<

[49] A. Vera en su Introducción a la *Philosophie de la nature* de Hegel (*Op. cit.*) expone varias de las razones por las que Hegel no acepta los razonamientos newtonianos. Podemos resumirlos de la siguiente manera:

«On peut en dire autant de la courbe qui réunit les deux lignes, la verticale et la tangente, du systéme solaire, et en général de toute combinaison de forces et de toute existence concrète. La courbe n’est point la résultante, mais l’unité de la tangente et de la verticale, de même que le systéme planétaire est une unité de rapport, ce rapport qui renferme tous les éléments dont il se compose». (*Op. cit.*). Cfr. p. 23.

«Enfin le mouvement suivant la verticale et le mouvement suivant la tangente constituent un seul et même mouvement, ainsi que le prouve le mouvement circulaire qui fait leur unité». (*Op. cit.*). Cfr. p. 44.

«…comme on se représente un corps, qui, s’échappant par la tangente, se meut indéfiniment suivant la droite, ou, comme dans une autre sphère, on peut se représenter les gouvernés sans les gouvernants, etc. Avec ces abstractions de l’entendement on peut tout se représenter, car on rend tout possible, mais on ne rend tout possible qu’à la condition de se placer en dehors de la réalité et de la Science; car la Science et la réalité sont un systéme, et dans un systéme l’opposition, c’est-à-dire ici la forme et le contenu, doit être saisi dans son unité». (*Op. cit.)*. Cfr. pp. 46-47.

«…c’est à l’absence d’une connaissance systématique… qui fait ou qu’on substitue l’être mathématique à l’être physique, ou qu’on transporte les déterminations de la mécanique infinie dans la sphére de la mécanique finie, et qu’on assimile ainsi le mouvement du pendule au mouvement des corps célestes. Au contraire, si les corp céleste ne s’echappent pas par la tangente, c’est qu’ils ne peuvent se mouvoir suivant une droite, ni suivant la tangente, ni suivante la verticale, et si on se les représente, soit comme *pouvant* s’échapper par la tangente, soit comme *pouvant* tomber suivante la verticale, il faut l’attribuer à la même cause, savoir, à l’absence de la connaissance systématique, absence qui, ici, par une marche inverse,

transporte dans la sphére de la mécanique infinie les déterminations de la mécanique finie, et assimile le mouvement des corps céleste au mouvement des corps à la surface de la terre. Et ainsi le mouvement fini et accidental est la forme essentielle du pendule, comme le mouvement infini et continu est la forme esentielle des corps célestes». *(Op. cit.).* Cfr. pp. 47-48.

«…on décompose la courbe en deux elements, et après l'ávoir ainsi décomposée, on la recompose, et l'on en fait sortir une troisième ligne, une diagonale; ce qui est une seconde imperfection; car premièrement, la courbe n'est pas une diagonale, et, quoi qu'on fasse, les infinitement petites ne porront transformer qu'arbitrairement la diagonale en une courbe; et ensuite on fait croire par la que la courbe n'est qu'une resultante… On dirá que cette construction est nécessaire, et qu'on ne saurait en concevoir une meilleure. Elle peut être nécessaire pour l'exposition mathématique. Mais le nécessaire n'est pas toujours le plus vrai. Le langage, le symbole, l'illusion, sont nécessaires dans l'economie de l'univers, et cependent ils ne sont pas ce qu'il y a de plus vrai et de plus parfait.» *(Op. cit.).* Cfr. p. 178. Nota 2 de la p. 177. <<

[50] *De Orbitis*. 367 LS. - p. 142. D. G. - p. 103. W. N. <<

[51] *De Orbitis*. 369 LS. - p. 143. D. G. - p. 103. W. N. <<

[52] 369 LS. - p. 143. D. G. - p. 105. W. N. <<

[53] 369 LS. - p. 143. D. G. - p. 105. W. N. <<

[54] Newton. *Principia*. Def. V. Ed. Alfaguara. 1982, p. 225. <<

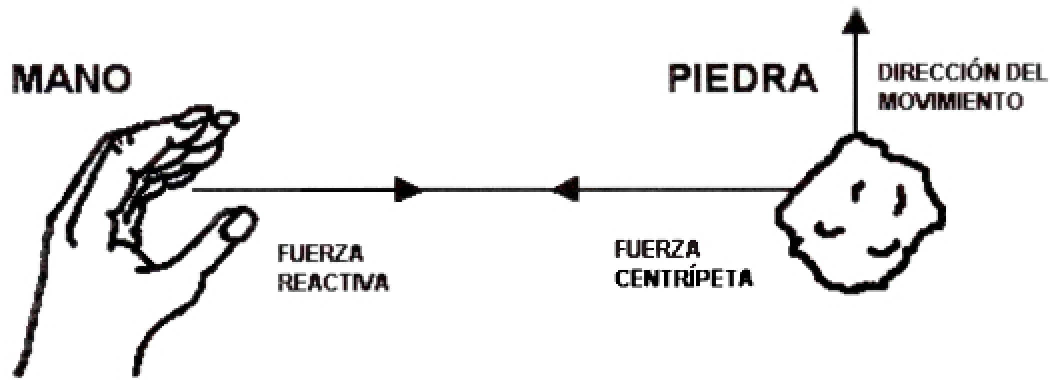
[55] Idem. pp. 225-226. <<

[56] Ver, por ejemplo, las palabras de W. Neuser en su Introducción al *De Orbitis*. Acta humaniora d. VCH, 1986: «Cuando Newton identifica las líneas geométricas auxiliares con las fuerzas correspondiente, comete un error, puesto que la geometría abstrae el tiempo y la aritmética el espacio, pero la gravedad es una fuerza que sólo tiene sentido en el tiempo y en el espacio». (*Op. cit.*). Cfr. p. 8.

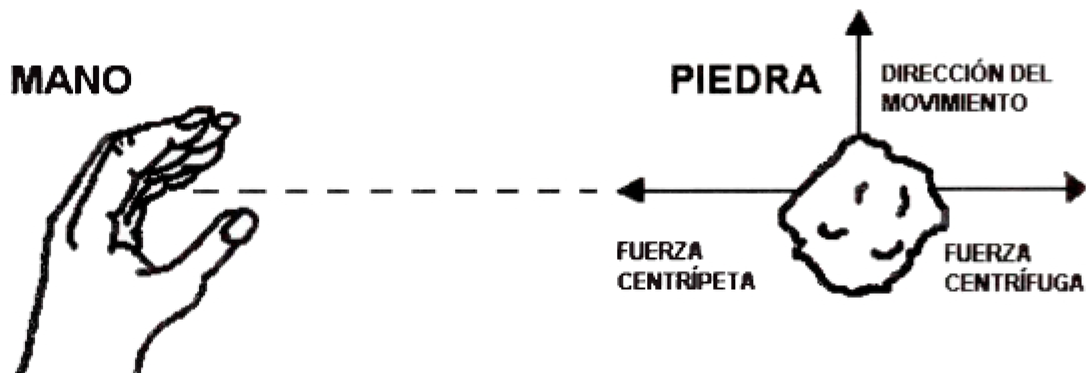
La Introducción de W. Neuser se ocupa, principalmente de ilustrar la confusión hegeliana de la fuerza centrífuga con la fuerza de inercia. Estos son los principales momentos de la confusión y las consecuencias que ello acarrea.

1) Newton no toma la fuerza centrífuga como constituyente de la fuerza de gravedad. Hegel confunde la fuerza inercial (que como tal fuerza sólo aparece como reacción a la acción de la fuerza centrípeta), y la fuerza centrífuga. Para Newton la «fuerza inercial» es la única inculcada en el cuerpo (die dem Körper eingeprägt ist, en el texto de Neuser), el resto son fuerzas que actúan sólo a distancia (fernwirkende Krafte). (*Op. cit.*). Cfr. pp. 12-13. Ahora bien, la explicación newtoniana, sin referirse a ninguna otra fuerza más que a la centrípeta, sólo tiene sentido dentro de un sistema fundamental que no sea movido. El movimiento rectilíneo o inercial sólo cabe en el espacio absoluto. De lo contrario, si se quiere contemplar estáticamente un sistema dinámico, se tienen que aceptar otras fuerzas, por ejemplo, la centrífuga. (*Op. cit.*). Cfr. pp. 8-9.

2) Tomando la explicación de D'Alembert, la fuerza centrífuga es sólo aparente, pues sólo se manifiesta en un sistema en movimiento (bewegten System); (por ejemplo en el caso de la honda que retiene a la piedra que ha de ser lanzada o de los planetas que giran alrededor del sol) y se muestra entonces como una reacción al cambio de dirección propiciado por la fuerza centrípeta para mantener el sistema en equilibrio. La fuerza centrífuga se contempla entonces como un componente de la inercia pero no puede confundirse con ella.



Explicación de Newton



Explicación de D'Alembert

La fuerza centrífuga es solo el componente radial de la fuerza de inercia, no una verdadera fuerza.

3) Tomando como ejemplo el sistema planetario, tenemos un modelo de atracción entre masas. Mediante la sola acción o existencia de la fuerza centrípeta, que en este caso se refiere a la acción de la gravedad ejercida por la masa del sol, los planetas caerían hacia el sol; es por eso que es necesario postular otra fuerza opuesta para mantener el sistema en equilibrio: esta sería la fuerza centrífuga. (*Op. cit*.). Cfr. pp. 15-16.

Otros comentadores actuales de la obra newtoniana significan el hecho de que dentro de la propia obra de Newton se recurre a la fuerza centrífuga y estudian su operatividad dentro del sistema newtoniano. En un trabajo que para nada se refiere a la crítica de Hegel, D. Bertoloni en su artículo titulado *The relativization of centrifugal force*. Isis, Marzo. 1990, vol. 81 ofrece interesantes sugerencias. En relación con nuestros intereses se podrían

destacar los lugares donde parece aceptarse la idea de que dentro del propio Newton el concepto de fuerza centrífuga es ambiguo.

«In summary, then, in Newton's early view centrifugal forcé is a real endeavor due to the inertia of a body moving along a curved path, just as it was for Huygens. In the case of a planet rotating around its axis, gravity greatly overpowers centrifugal forcé; for the motion of a ball in a hollow sphere, centrifugal forcé is equal and opposite to the forcé exerted by the container on the ball; last, in the case of orbital motion, Newton believed that centrifugal forcé and gravity alternately overpower each other.» (*Op. cit*.). Cfr. p. 28. Bien es cierto que en este caso el autor se refiere a los primeros momentos de la carrera de Newton pero incluso al final de la misma, cuando parece identificar la fuerza centrífuga con la fuerza de inercia, queda un resto de ambigüedad difícilmente eliminable:

«In certain passages, such as definition 5, Newton seems to associate centrifugal force whit inertia. In other passages, such as the scholium to proposition 4, Book III, centrifugal forcé prevenís an orbiting body from falling toward the center. In cases different from orbital motion, such a planet rotating around its axis, he believed that centrifugal force was different from gravity. Hence Newton's theory of centrifuga! force followed a case-by-case pattern, and the solution to one particular problem could not be easily generalized». (*Op. cit*.). Cfr. p. 33. El artículo contiene valiosas referencias a los seguidores particulares de Newton y su utilización concreta de la fuerza centrífuga así como a los diferentes lugares en los que Newton hace referencia a la misma.

En resumen, puede decirse que el concepto de fuerza centrífuga que Hegel extrae de la obra de Newton, no está basado en una falsa interpretación de las palabras del matemático inglés. Prueba de ello el hecho de que comentadores actuales subrayan, como ha sido el caso, la ambigüedad del concepto en el propio Newton. Para ilustrar el aspecto técnico de la cuestión, puede verse. R. Dugas. *La Mécanique au XVIIe siècle*. Ed. du Griffon. Neuchatel-Suisse. 1954, pp. 342-376, donde, además de comprobarse la ambigüedad en los textos de Newton, se observa la

utilización de la fuerza centrífuga en los trabajos de Hooke, principalmente.
<<

[57] *Principia*. Def. V. Ed. Alfaguara. 1982, p. 225. <<

[58] Enz. §266. pp. 326-327. V. P. - p. 219. F. M. En su comentario a la *filosofía de la naturaleza* de Hegel, M. Petry remarca la rectitud de la crítica hegeliana en este punto, aunque recuerda igualmente que la confusión se establece definitivamente en la obra de los seguidores de Newton: «Hegel is right when he points out that althoug Newton expressly (and repeatedly) make the distinction between the mathematical representations of the problems he is dealing with and the physical reality of the situations he is describing, it often appears to be absent from his expositions. Nevertheless, it is quite certain that the passage quoted here by Hegel expresses his opinión on the matter, and that the attribution of distinetness and physical reality to the forces mentioned in the "Principia" is due mainly to his interpreters, and not to Newton himself». *Hegel's Philosophie of Nature*. Vol.l. M. Petry. London. G. Allen Unwin Ltd. Humanities Press, Inc. p. 330. <<

[59] Enz. §266. pp. 327. V. P. - p. 219-220. F. M. <<

[60] *Principia*. Def. V. Ed. Alfaguara, p. 225. <<

[61] Idem. p. 228. <<

[62] Más de un comentador alberga la sospecha de que Hegel conoció la obra de Newton por medio de sus divulgadores más que a través del texto de los *Principia*. Esto no es del todo cierto. Es prácticamente seguro que Hegel leyó el texto de los *Principia*, pero también es cierto que el newtonismo de su época estuviera más basado en las obras de divulgación que en los textos de Newton. Que el concepto general acerca de Newton que Hegel hubiera podido forjarse tuviera, igualmente, su base en la obra de los divulgadores es algo que no puede medirse justamente. <<

[63] Enz. §270. pp. 337. V. P. - p. 228. F. M. <<

[64] Las palabras de A. Vera manifiestan tal parecer. En ellas se reconoce que la física conoce sólo la forma o leyes que adoptan las fuerzas pues están son desconocibles en última instancia. La filosofía, al contrario reconoce que la fuerza es la esencia del fenómeno pues la misma forma es fuerza.

«… la loi de la gravité est cette forme suivant laquelle les corps s'attirent et se meuvent dans l'espace, tandis que la cause serait comme la raison intime ou l'essence de la forcé qui agit suivant cette forme. C'est ainsi, en effet, que les physiciens se représentent la nature. La nature, suivant eux, est un ensemble de forces, et de formes de ces forces, ou de lois. La forma est accesible à l'intelligence; la forcé, au contraire, ou pour mieux dire, l'essence de la forcé se dérobe à notre connaissance.

Mais d'abord, si la loi de la gravité, c'est-á-dire, cette forme qui fait que la matière est ce qu'elle est, qu'elle se meut comme elle se meut, et qu'elle ne peut ni être, ni se mouvoir d'une autre façon, cette forme est elle-même une forcé, et une forcé plus essentielle que cette autre forcé qui, à ce qu'on prétend, échappe à la conaissance. Et, en effet, la forme d'un être est cette forcé qui fait qu'un être est et qu'il est ce qu'il est». A. Vera. Introducción a la *Philosophie de la nature*. París 1863. Bruxelles. 1969, pp. 73-74. <<

[65] *De Orbitis*. 375 LS. - p. 148. D. G. - p. 113. W. N. Ver asimismo el comentario en nota de De Gandt. **<<**

[66] *De Orbitis*. 377 LS. - p. 149. D. G. - p. 115. W. N. <<

[67] Enz. §262. p. 323. V. P. - p. 216. F. M. <<

[68] Enz. §262. p. 323. V. P. - p. 216. F. M. <<

[69] Enz. §269. p. 331-332. V. P. - p. 223-224. F. M. <<

[70] Enz. §269. p. 332. V. P. - p. 224. F. M. Es posible que la mención de Hegel al fenómeno de los vasos capilares sea extraída del libro de Laplace. *Traité de Mécanique Céleste*. bk. x supplement (Ouevres de Laplace. vol. 4. pp. 389-552.) libro que efectivamente Hegel leyó. Ver M. Petry. *Hegel's Philosophy of nature*. (*Op. cit*.). Cfr. p. 346. <<

[71] Enz. §269. p. 332. V. P. - p. 224. F. M. <<

[72] Como se habrá comprobado, no se ha hablado, para nada, de la naturaleza o esencia de la gravedad. Ni el propio Newton quiso referirse con mucho detalle a esta cuestión, ni el tampoco Hegel parece ocuparse de la cuestión. De tal manera que la cuestión requeriría un espacio que no tiene cabida dentro de esta exposición. Tan sólo indicar, por tanto, que puede encontrarse una reflexión seria en tomo a esta cuestión en la obra de A. Koyré. Quizás de una manera demasiado apologética favorable a Hegel, A. Vera arremete en su Introducción a la *Philosophie de la nature* de Hegel (*Op. cit*.) contra la pretendida ausencia de hipótesis en la obra de Newton («hypotheses non fingo»). Según este autor, Newton no busca la causa de la gravedad, sólo sus efectos pero debido a ello ha de incurrir en la utilización de ciertas hipótesis, cosa que había desechado por considerar tal uso motivo de disquisiciones no científicas.

«Il nous dit, en effet, que la gravité est une forcé, laquelle forcé est un souffle, ou éther très subtil, qui, caché dans les corps, fait que les molécules s’attirent à une distance infinitement petite (Principia. Schol. gen.) et qui pénètre jusqu’au centre du soleil et de planétes…

Or, tout cela n’est qu’une série d’hypothéses, de qualités spécifiques occultes et d’affirmations purement gratuites». (*Op. cit*.). Cfr. p. 68.

Después de considerar las contradicciones que encierra la hipótesis del éter en la teoría newtoniana, se considera la posibilidad de que tanto la hipótesis del éter como otras hipótesis, sean consideradas por el propio Newton como conjeturas acientíficas, a lo cual cabe entonces responder.

«On dirá probablement qu’aux yeux de Newton ces pensées n’étaient que des conjectures auxquelles il n’attachait pas une valeur strictement scientifique, et que, pour lui, sa véritable doctrine se trouve, non dans ce que peut être la nature de la gravité, mais dans la loi suivant laquelle la gravité agit et produit ses effets. A cela nous répondrons d’abord, que ces conjectures montrent que Newton sentait lui-même l’insuffisance et les lacunes de sa théorie, et qu’il s’efforçait de les faire disparaître; et ensuite,

qu’il ne s’agit pas ici de savoir ce que pensait réellement Newton, mais ce qu’on doit penser de sa théorie; et les considérations qui précédent montrent déjà que non-seulement dans ces conjectures, mais dans sa théorie elle-même, il y a plusieurs cotes vulnérables; et cela surtout par la raison que nous avons signalée plus haut, savoir, que Newton ne procede pas systématiquement dans ses recherches». (*Op. cit.*). Cfr. p. 71.

Algo más matizada es la opinión de F. Russo. *A. Koyré et l’histoire de la pensée* …

Al considerar la frase de Newton en un sentido moderno se le considera como un puro positivista. A. Koyré denuncia este reducción. «… se montrant soucieux de dénoncer la vue simpliste qui interprete la fameuse formule “Hypotheses non fingo” dans un sens moderne, ce qui conduit à considérer à tort Newton comme un pur positiviste». (*Op. cit*.). Cfr. 359.

En algunos casos lo que Newton denomina «hipothèses» no provienen directamente de la experiencia, sino principalmente de la *inducción* o incluso de la *imaginación*-. «D’autre part, l’examen de la liste de ces principes ou axiomes montre que certains procédent plus de l’imagination que d’une véritable induction. Ainsi l’affirmation de l’impénétrabilité et de la dureté des corps. S’il avait été plus conséquent avec lui-même, Newton aurait dû ranger cette affirmation parmi les hypotheses qu’il ne convient pas de “feindre”». (*Op. cit*.). Cfr. p. 360.

Puede verse, igualmente. R. Dugas. *La mécanique au XVIIe siècle*. Ed. du Griffon. Neuchatel-Suisse. 1954, pp. 408-427. <<

[73] Enz. §270. p. 333. V. P. - p. 225. F. M. <<

[74] *De Orbitis*. 351 LS. - p. 130. D. G. - p. 83. W. N. <<

[75] Lo que subyace es la diferencia entre un tratamiento físico y un tratamiento mecánico o matemático. Ver capítulo acerca del cálculo diferencial. Las tres leyes de Kepler enuncian lo siguiente:

1) Ley de áreas. Aparece publicada por vez primera en la edición de *Astronomia Nova* de 1605: «Las áreas barridas por el radio que une el planeta al sol son proporcionales a los tiempos de recorrido de los arcos de la órbita que delimitan».

2) Ley que marca el carácter elíptico de la órbita.

3) Aparece publicada en 1619 en Harmonices Mundi: «Los cuadrados del tiempo de revolución T y T' de dos planetas sobre sus órbitas respectivas son entre ellos como los cubos de los grandes ejes A y A' de estas órbitas»; es decir: $T^2 / T'^2 = A^3 / A'^3$. Para el nacimiento y construcción de las leyes, puede verse, R. Dugas. La mécanique au XVIIe siècle. Ed. du Griffon. Neuchatel-Suisse. 1954. Igualmente, A. Koestler. *The Sleepwalkers*. Hutchinson Publishing Group, Ltd. Londrs. 1959. Tr. castellano. *Kepler*. Ed. Salvat. 1987, pp. 78-94 y 141-145. <<

[76] Según F. De Gandt el juicio hegeliano no es correcto. Hegel pone en tela de juicio el hecho de que Newton fuera el primero en introducir la fuerza de gravedad en la física, ya que, según él (Hegel): «todos los físicos antes de él (se refiere a Newton) establecieron que la relación entre los planetas y el sol era una verdadera relación; es decir, una fuerza real y física.» p. 130. D. G.

La mayoría de los físicos —dice De Gandt— «ont cherché d'autres voies qu'une forcé issue du soleil: la plus courante était l'explication tourbillonaire de Descartes, perfectionné par Huygens et Leibniz. «nota, n.º 6. p. 130. Ed. De Gandt. No es correcto pues, para De Gandt, decir que antes de Newton todos los físicos hubieran introducido la noción de fuerza provocada por el sol. Aunque es cierto, que «Kepler énonce une thèse originale lorsqu'il déclare que le soleil recele une forcé qui causerait le mouvement des planètes». <<

[77] Estas razones han sido aducidas en muchos lugares y no merecen un mayor comentario. <<

[78] Contra esta opinión hegeliana puede aducirse la opinión de D. Dubarle en *La critique de la mécanique newtonienne dans la philosophie de Hegel*. En *Hegel, l'esprit*, Lille. 1970, para quien la «deducción» newtoniana de las leyes de Kepler es algo más que una deducción a partir del carácter central de la fuerza. Se trata de una «trama lógico-matemática de proposiciones». (*Op. cit.*). Cfr. p. 115. Lo que la obra de Newton aporta al descubrimiento de las leyes por parte de Kepler es:

«…leur intégration dans le cadre d'une dynamique s'articulant de façon tout à fait simple au principe de l'inertie de Galilée-Descartes. L'unification théorique se fait du même coup avec la détermination déjà connue avant Newton de la loi de la chute des corps, de telle sorte que la mécanique céleste devient un chapitre de cette dynamique générale.

Cette unification s'exprime dans ce que l'on appelé le "principe de l'attraction universelle", qui donne la première caractéristique physique de la matière corporelle ou qu'elle se rencontre dans l'univers».(*Op. cit*.). Cfr. pp. 116-117.

Como es bien sabido, esta unificación, destierra definitivamente la distinción de naturaleza cualitativa entre el mundo de los astros y el mundo sublunar, y con ello destruye uno de los principios más arraigados de la física antigua. Sin embargo el propio Dubarle reconoce anteriormente que «Kepler, en réalité, n'est point un simple empiriste mathématicien. Il ne cherche nullement à ne formuler que de simples lois mathématiques de fait: par derrière le fait, il cherche spontanément une maniere de raison explicative plus profonde en pensant à des lois d'action de forces». (*Op. cit*.). Cfr. pp. 114-115. Lo cual es importante a la hora de tener en cuenta la preferencia hegeliana por Kepler, el cual, como dice Dubarle en la nota 4 de la p. 115, buscaba las causas, no bien distinguidas todavía, físicas y metafísicas de los fenómenos. <<

[79] *De Orbitis*. 355 LS. - p. 133. D. G. - p. 89. W. N. <<

[80] *De Orbitis*. 355 LS. - p. 132. D. G. - p. 87. W. N. <<

[81] A lo largo de esta presentación se irán concretando estas inexactitudes de Hegel. <<

[82] Citado por Hegel en: *De Orbitis*. 355 LS. - p. 133. D. G. - p. 89. W. N. <<

[83] Por lo que se ve, para Hegel, Kepler hubiera podido pasar fácilmente de la ley de áreas a la ley de fuerzas sin embargo no lo hizo porque con ello revestiría de carácter matemático algo que es del orden puramente físico. Para Dubarle, *La critique de la mécanique newtonienne de la philosophie dans la philosophie de Hegel*. En, *Hegel, l'esprit objectif*, Lille, 1970, ésto es precisamente lo que Kepler intentó al decir, posteriormente, que, entonces, la fuerza de la gravedad está en razón inversa de las distancias, lo cual no coincide plenamente con la ley newtoniana que dice que es en razón inversa del *cuadrado* de la distancia. (*Op. cit*.). Cfr. p. 118. <<

[84] *De Orbitis*. 355 LS. - p. 133. D. G. - p. 89. W. N. <<

[85] *De Orbitis*. 355 LS. - p. 134. D. G. - p. 89. W. N. <<

[86] Cabe reconocer un punto de legitimidad en la intención hegeliana. Así lo reconoce D. Dubarle en su trabajo *La critique de la mécanique newtonienne…* Según el autor, El propósito de Hegel sería el de encontrar este contacto en una deducción de las leyes de Kepler que prescindiera del concepto híbrido de fuerza. Acerca de ésto dice Dubarle: «Epistémologiquement parlant, l’idée n’est point absurde. Il faut même la dire assez remarquable, puisqu’elle enveloppe au total le presentiment de théories physiques qui, telle celle de la gravitation d’Einstein, peuvent se dispenser en mécanique céleste de faire appel à *l’idée* newtonienne de la forcé». (*Op. cit.*). Cfr. p. 128. <<

[87] *De Orbitis*. 393 LS. - p. 160. D. G. - p. 131. W. N. <<

[88] *De Orbitis*. 393 LS. - p. 160. D. G. - p. 133. W. N. <<

[89] *De Orbitis*. 393 LS. - p. 160-161. D. G. - p. 133. W. N. <<

[90] Acerca de la insuficiencia de un recurso exclusivamente empírico en la deducción de las leyes de Kepler, así se expresa Einstein en unas palabras referidas por D. Dubarle: «Il ressort étonnamment bien des travaux admirables auxqueles Kepler a consagrá sa vie que la connaissance ne peut dériver de l’expérience seule: il lui faut la comparaison de ce que l’esprit a conçu avec ce qu’il observe». (*Comment je vois le monde*. París. Flammarion, 1930, p. 180.). (*Op. cit.*). Cfr. p. 114. Nota 3. **<<**

[91] Conceptos utilizados en ámbitos metafórico con carácter simbólico que más tarde Hegel abandonará por completo. <<

[92] *De Orbitis*. 395-397 LS. - p. 162. D. G. - p. 135. W. N. <<

[93] *De Orbitis*. p. 162. D. G. Nota 65 de De Gandt. <<

[94] *De Orbitis*. 397 LS. - p. 162. D. G. - p. 135. W. N. <<

[95] Enz. §267. p. 328. V. P. - p. 220. F. M. <<

[96] Enz. §267. pp. 328-329. V. P. - pp. 220-221. F. M. <<

[97] Enz. §267. p. 329. V. P. - p. 221. F. M. <<

[98] Idem. En nota de Hegel. <<

[99] La constante aceleración <<

[100] Enz. §267. p. 329. V. P. - p. 221. F. M. (En estas dos notas no transcribimos literalmente las líneas de la edición V. P.). En una nota a pie de página, Hegel se refiere al camino empleado por Lagrange *Théorie des fonctions*, 3me. p. para la explicación analítica. <<

[101] Enz. §267. p. 329. O. M. - p. 221. F. M. <<

[102] J. Daunizeau ofrece en su artículo *Hegel et le langage des Sciences de la nature*. En *Science et dialectique chez Hegel et Marx*. C. N. R. S. 1980, una interpretación de las manipulaciones hegelianas basadas en el análisis dimensional. Este podría ser el resumen de su interpretación:

El autor afirma que gracias al análisis dimensional pueden entenderse ciertas manipulaciones algebraicas por parte de Hegel que parecen aberrantes desde otra perspectiva. Tomemos dos ejemplos:

1) En el parágrafo §267 de la Enz. tratando de mostrar que la aceleración de movimiento equivale a v/t o a s/t^2, Hegel parece cometer un error, puesto que se sabe que g = v/t = 2. s/t^2. Ahora bien, J. Daunizeau interpreta, este «error» de la siguiente manera:

«Comprenant que Hegel sait assez d'aritmétique pour ne pas négliger le facteur 2, on est conduit à entendre qu'il faut donner à l'équivalence un sens autre que celui de l'identité, sens selon lequel on peut teñir pour sans importance ce terme 2.

Ce que nous avons dit plus haut amène à considérer que ce qui distingue 2 de v/t ou de s/t^2 c'est la mesure. Ce 2 est une puré quantité alors que les rapports v/t et s/t^2 portent la marque qualitative de la grandeur qu'ils mesurent. En d'autres termes 2 est un sans-mesure qui n'altère pas la mesure de s/t^2 par example. En ce sens, alors:

2 s/t^2 équivaut à s/t^2,

et ainsi: v/t équivaut à s/t^2.

Ces deux rapports son de même nature en ce qui concerne la mesure; le calcul dimensionnel dirait que v/t et s/t^2 ont la même dimensión». (*Op. cit.*). Cfr. p. 38.

2) Armados con esta última explicación, puede entenderse la descomposición hegeliana de la tercera ley de Kepler:

«Cette dernière indique que le rapport de la longueur (A) du grand axe de l'orbite elliptique d'une planète, à la puissance trois sur le temps de révolution (T) à la puissance deux, est une constante. Autrement dit, en termes mathématiques et abrégés:

Si, comme le veut Newton, la gravitation universelle s'identifie a l'accéleration du mouvement planétaire, A/T^2 est sa mesure. Hegel en tire l'idée de décomposer A^3/T^2 en A^2 . A/T^2 montrant alors que la mesure de la gravitation est aussi équivalente à K/A^2.

Certes Hegel prétend trop rapidement pouvoir se dispenser de faire les frais des démonstrations newtoniennes; et l'on ne peut obtenir sans autres hypotheses l'équivalence de la loi d'accélération proportionelle à $1/d^2$ (d étant la distance de la planète au soleil) avec la relation keplerienne $A^3/T^2 = K$. Cependent, le calcul dimensionnel permet d'affirmer, en confortant les positions hegéliennes, que K/d^2 et K/A^2 ont les mêmes dimensions qui sont également celles de la quantité A/T^2 et de l'accélération du mouvement planétaire qui est la gravitation selon Newton. Sont équivalentes du point de vue de la mesure les quatre termes accélération de gravitation, A/T^2, K/d^2 et K/A^2.

Bouasse (autor de la obra *Séismes et Sismographes*. Ed. Delagrave, 1927.) dans le passage cité plus haut en référence (se refiere al prefacio a la obra mencionada, p. 28.), ne manque pas de montrer, à l'inverse de ce qu'aurait souhaité Hegel, que la loi de Newton entraîne celle de Kepler et cela sans autre hypothèse que l'equivalence ci-dessus et sans autre outillage mathématique que le calcul des dimensions.

Ces exemples assez significatifs montrent bien qu'il est possible de trouver une rationalité aux calculs de Hegel, même les plus bizarres, des que l'on consent à distinguer, dans les équivalences proposées, celles qui se doivent entendre au sens de la quantité et celles qui sont prises au sens de la mesure». (*Op. cit*.). Cfr. p. 39.

Visto lo cual, cabe extraer algunas consideraciones pertinentes al respecto. La principal de ellas consiste en la posibilidad de acceder a una explicación a los «errores» cometidos por Hegel en su manejo de fórmulas

matemáticas. Como se ha visto, el error desaparece si se comprende el hecho de que en algunos casos, las identidades establecidas por Hegel no lo son en un sentido estrictamente aritmético sino conceptual (también dimensional). Ahora bien, Hegel desconocía este tipo de análisis, por lo que cabe afirmar que estas identidades están referidas a los intereses del concepto). Es decir, que desigualdades aritméticas pueden ser perfectamente equivalentes si son comprendidas en referencia a su interés para con el concepto. Esta señalización puede justificar las ideas de Hegel en tomo a la obra de Kepler y la obra de Newton.

La otra conclusión que puede extraerse es la siguiente: si en este caso,un determinado tipo de análisis matemático como lo es el análisis dimensional puede justificar y aclarar algunas de las ideas hegelianas más rechazadas en el ámbito matemático, ¿quién puede negar, con toda seguridad, la posibilidad de que puedan aparecer nuevos análisis que aporten pruebas o datos que justifiquen otras afirmaciones hegelianas en este ámbito? <<

[103] Enz. §267. p. 330-331. V. P. - p. 222-223. F. M. <<

[104] Enz. §267. p. 331. V. P. - p. 223. F. M. Acerca del posible «abuso» por parte de Hegel (en la demostración de esta ley) de los conceptos de espacio y tiempo, pueden referirse las palabras de M. Petry: «It can obviously be argued that in this “deduction” Hegel make excessive use of the determinations he has given space and time in the course of his preceding dialectical *assessment*. Hegel would probably have replied that although this may very well be so, the determinations he is employing are at lest more radically and soundly verifiable than Newton’s forces.

The non-philosophical importance of this exposition is that it constitutes an attempt to free the treatment of fall from *dogmatic* Newtonianism, and to relate it in a more satisfactory way to both simpler and more complex mechanical phenomena». M. Petry. *Hegel’s Philosophy of nature*, p. 339. <<

[105] Enz. §270. p. 333. V. P. - p. 225. F. M. <<

[106] Enz. §270. pp. 333-334. V. P. - p. 225. F. M. A raíz de la primera razón que Hegel aduce en su defensa de Kepler frente a Newton, es decir, que las fórmulas de Newton pueden derivarse de las leyes de Kepler, con lo que se convierte la obra de Newton (en este punto y más concretamente en el concepto de fuerza introducido por el filósofo inglés)) en una «tautología», cabe subrayar la incorrección del pensamiento hegeliano. Así piensa. D. Dubarle *La critique de la mécanique newtonienne …:*

«On ne saurait ainsi conclure au caractère purement tautologique et explétif du concept de forcé dans la mécanique classique: sa fonction est de proposer l'interprétation et done la justification de ce fait que l'analyse, en vue de décrire les caracteres spatio-temporels du mouvement, ne peut pas se borner à utiliser exclusivement des fonctions linéaires. Le concept de forcé n'appartient certes pas au formalisme pur de l'analyse mathématique. Dans la perspective classique son apparition est indispensable sitôt que l'analyse s'applique à la description des mouvements tels qu'ils se produisent dans la nature». *(Op. cit.).* Cfr. pp. 128-129. <<

[107] Enz. §270. p. 334. V. P. - p. 226. F. M. Ahora bien, incluso admitiendo la posibilidad de que la manipulación hegeliana de la deducción de la ley de Kepler, ello no ofrece el derecho a decir que la demostración newtoniana de la misma sea meramente tautológica. Así opina D. Dubarle en *La critique de la mécanique newtonienne dans la philosophie de Hegel*. En, Hegel, *L'esprit objectif*. Université de Lille, 1970. Hegel, en la Enz. §270, dice que la deducción newtoniana es la siguiente: «…en la tercera ley de Kepler la relación A^3/ T^2 es constante. La relación escrita $A•A^2/ T^2$ y A/ T^2 llamada con Newton gravedad universal, la expresión de esta relación es de forma evidente, expresión del efecto de esta gravedad en razón inversa del cuadrado de las distancias».

Ahora bien, para Dubarle, esta equivalencia de proposiciones, si se ofrece dentro de un intento de explicación científica, sólo puede tener lugar dentro del cuadro de un conjunto de nociones y de tesis conexas que constituyen el cuadro teórico explicativo, por lo que la «transformación newtoniana» es algo más que una deducción tautológica. Cfr. pp. 120-121. <<

[108] Hegel se refiere en su Enz. § 270 concretamente, a la deducción efectuada en los trabajos de Francoeur en su «*Traité élém. de Mécanique*. (*Liv. II, Ch. 11, n. IV*.)» <<

[109] Enz. §270. p. 335. V. P. - p. 217. F. M. <<

[110] Enz. §270. p. 335. V. P. - pp. 226-227. F. M. <<

[111] Enz. §270. p. 335-336. V. P. - p. 227. F. M. <<

[112] Enz. §270. p. 336. V. P. - p. 227. F. M. <<

[113] Enz. §270. p. 336. V. P. - p. 227. F. M. <<

[114] El caso no deja de ser, sin embargo, curioso. No conocemos otro lugar en el que Hegel dote de sentido negativo al término «metafísica». <<

[115] El problema consiste, para Hegel, en explicar porque las órbitas muestran una figura elíptica, y no en una sección cónica cualquiera, por ejemplo, el círculo, que es a lo que llega la demostración newtoniana cuando dice que todo cuerpo sumido a la ley de la gravitación se mueve sobre una elipse. La demostración newtoniana sólo logra llegar hasta una sección cónica en general.

En este punto, Dubarle *La critique de la mécanique newtonienne*… refleja que, en efecto, «…l'esprit garde le sentiment d'une certaine insuffisance de celle-ci (se refiere a la explicación newtoniana) au moment où il s'agit de rendre compte de la réalité décrite et de l'unité concrète de sa configuration». Cfr. p. 122. Las razones por las que la órbita es de forma elíptica son dos. Una viene acompañada por la exigencia de la ley general que determina que la figura a de pertenece a una sección cónica. La segunda sólo puede ofrecerse a partir «…d'un ensemble de contingences indépendantes comme le seraient les déterminations faites pour chaque cas, pris un par un…» Cfr. p. 123. Ahora bien, Hegel no podía aceptar esta segunda razón. Su posición filosófica requiere una forma unitaria de comprehensión y de deducción de la realidad concreta y no una pluralidad irreductible de principios.

«Hegel ne peut accepter, lui qui considere que la forme elliptique de l'orbite planétaire appartient a la réalité du systeme solaire en vertu d'une sorte de nécessité de nature qu'une déduction philosophique, originale, reposant sur le concept lui-même, doit être a même de mettre en évidence». (*Op. cit*.). Cfr. p. 124.

El intento hegeliano de esta deducción, nacida y desarrollada sólo desde el concepto, recurre al concepto general de «movimiento libre». El movimiento no puede ser un círculo porque en su construcción sólo entra en juego una única determinación, la del radio. Pero de esta manera sólo se consigue un movimiento falsamente uniforme; es decir, imperfectamente libre.

«Pero en el movimiento libre, donde las determinaciones del espacio y de tiempo intervienen en condición diferenciada y se mantienen en relación cualitativa la una frente a la otra, esta relación se introduce necesariamente en el interior del elemento espacial como una diferencia de éste, diferencia que postula dos determinaciones. Por consiguiente la forma de la trayectoria cerrada sobre sí misma es esencialmente una elipse». Enz. §270.

De estas dos formas de deducción Dubarle extrae dos nociones diferentes de la «Necesidad »; uno el filosófico-hegeliano, extraído del concepto y sus necesarias mediaciones dialécticas; otro el lógico-matemático del entendimiento. La necesidad «unitaria» hegeliana correspondería a la dualidad que articula, por un lado, la necesidad genérica de especie clásica (la ley funcional de la física-matemática) y las determinaciones singulares (los valores efectivos de las magnitudes del caso) a las cuales la necesidad les viene de afuera, por el otro.

«La coupure entre le systeme du raisonnement dialectique hégélien et celui du système de l'entendement scientifique serait alors au moins pour une part descriptible comme celle qui existe forcément entre ces deux façons de comprendre la nécessité et les deux styles de discours qu'elles commandent alors inévitablement». (*Op. cit.*). Cfr. p. 125.

Por nuestra parte, dos apuntes a estas últimas palabras. En primer lugar la oposición se efectúa entre la dialéctica hegeliana y el entendimiento «científico». Ahora bien, ¿por qué se limita la denominación de «científico», al funcionamiento del entendimiento?; ¿qué concepto subyace, entonces, a lo que es «científico» ?; ¿puede ser tan sólo la aceptación de una tradición histórica que así lo ha determinado? Y una última pregunta, fundamental: ¿no puede ser que, precisamente, en función de las nociones de «necesidad » aquí esgrimidas, pueda cambiar el concepto de «científico»? <<

[116] Enz. §270. p. 339. V. P. - p. 230. F. M. <<

[117] La elección del objeto de la Tesis de Habilitación (las órbitas de los planetas) ha sido explicada en función de una prudencia que desaconsejaba la elección de un objeto de carácter más estrictamente religioso o político. Para ello se recuerdan las acusaciones de ateísmo y de espíritu revolucionario en Fichte cuya cátedra en Jena (Universidad en la que Hegel pretendía ocupar un puesto) fue ocupada posteriormente por Schelling, un filósofo, en palabras de Goethe (que fue consultado con motivo de la sucesión en la cátedra) «sin la menor traza de espíritu *sansculottique*». Carta de Goethe a Voigt, 29 de Mayo de 1798. Cfr. *De Orbitis Planetarum*. Ed. De Gandt, p. 170. Ver también *Le orbite dei pianeti*. Ed. A. Negri, p. 69, nota 1. <<

[118] *De Orbitis*, 349 LS. - pp. 128-129. D. G. - p. 81. W. N. <<

[119] Esta extrañeza proviene del hecho de que Hegel parece olvidar la unificación de ambas esferas establecida tras las investigaciones de Galileo. <<

[120] *Les Orbites.* De Gandt, pp. 71, 128, nota 2. *Le orbite. A.* Negri, p. 68, nota 3.

De cualquier modo no puede pensarse que Hegel desconociera un punto tan esencial y elemental de la astronomía. El hecho de la persistencia de una diferencia de esferas en Hegel reside en una consideración más bien metafórica. La esfera de los astros sirve como pretexto para mostrar la diferencia entre los modos de determinación de los cuerpos materiales. <<

[121] *De Orbitis*. 349 LS. - pp. 128. D. G. - p. 81. W. N. <<

[122] *De Orbitis*. 349 LS. - pp. 128-129. D. G. - p. 81. W. N. <<

[123] «El movimiento de los cuerpos celestes no consiste en ser traído de aquí para allá; al contrario, es un movimiento libre; ellos avanzan, como dicen los Antiguos, tal que los dioses felices». *Enz*. § 269. <<

[124] Platón. Probablemente haciendo referencia al *Fedro*, 246e-247b. También, *Las Leyes* 821 b 6-7 hasta: «μεγάλων θεῶν, Ἡλίου τε ἅμα καὶ Σελήνης», donde Platón critíca que estos astros puedan ser errantes o planetas. Ver también *Leyes* 966c, 968a, donde Platón pone de relieve la necesidad de un entendimiento divino como causa de la regularidad en el movimiento de los astros. A raíz de esta afirmación de Platón, J. M. Pabón y M. Fernández Galiano en su Introducción a la traducción castellana de las Leyes entresacan el siguiente argumento platónico: «Puesto que las dos cosas que principalmente nos inducen a creer en la divinidad son la idea del alma como primer motor y la contemplación de las ordenadas maravillas del cielo, nuestros guardianes no se contagiaran de ateísmo fatalista o mecanicista ante este último espectáculo». (*Las Leyes*, Introd. p. LXXII. El subrayado es nuestro).

Ver también las opiniones de Aristóteles referidas por P. Aubenque en *El problema del ser en Aristóteles*. Ed. Taurus. 1981, pp. 323-354. También, en *Aristóteles* W. Jaeger. 1983, pp. 166 ss. <<

[125] *De Orbitis*. 349 LS. - pp. 129. D. G. - p. 81. W. N. <<

[126] Ver nota anterior sobre Platón y Aristóteles acerca de este asunto. **<<**

[127] La metáfora de considerar el sistema solar como un organismo «**animado**» no es, por otro lado, relevante para la economía de la *Disertación*; en cualquier caso, tan sólo la atribución de organismo es la que requiere cierta atención. <<

[128] *De Orbitis*. 349 LS. - pp. 128-129. D.G. - p. 81. W. N. <<

[129] Tras de mostrar que en Hegel la vida de los seres vivos sirve de modelo de inteligibilidad para la vida espiritual e histórica, J. D’Hondt en su artículo *Le Concept de la vie chez Hegel* recuerda lo siguiente: «Mais très vite, et dans des conditions complexes qu’il serait intéressant d’étudier, le sens de la métaphore se renverse, le modèle devient l’image, l’image devient le modèle. Hegel compare de plus en plus fréquemment la vie organique à la vie spirituelle, à la vie du concept métamorphosé en concept de la vie; il l’assimile de plus en plus à cette dernière». (*Op. cit.*). Cfr. p. 140. Si bien es cierto que el sistema solar no es un caso, estrictamente hablando, de vida orgánica, la idea de organismo se aplica perfectamente en este ámbito de la *Disertación*. **<<**

[130] Sin confirmarse como individuos o sujetos, los cuerpos permanecen siendo meramente objetos, es decir, puramente indiferentes a su determinación. Pero ningún cuerpo permanece siendo simplemente objeto pues guarda en sí la posibilidad y el gérmen de una constitución más elevada. De la capacidad del cuerpo u objeto para desarrollar estas posibilidades que mantiene encerradas dentro de sí, depende la consideración por la cual es contemplado. En este sentido, los cuerpos celestes se han constituido de tal modo que reflejan un mayor grado de independencia que los cuerpos terrestres. <<

[131] *De Orbitis*. 383 LS. - p. 153. D. G. - p. 121. W. N. En este párrafo se puede comprobar la dificultad de interpretación, debida, principalmente, a la brevedad con la que Hegel adelanta su construcción. La utilización de conceptos extraídos del contexto de la filosofía natural de su época y que posteriormente abandonaría, no ayudan en la comprensión exhaustiva de las ideas expuestas en este lugar. <<

[132] Ver el subcapítulo C del tercer capítulo de la C. L.: Repulsión y atracción. Más concretamente la nota: La construcción kantiana de la materia a partir de la fuerza atractiva y repulsiva. C. L. pp. 228-235. R. M. - pp. 200-208. S. V. <<

[133] *De Orbitis*. 383 LS. - p. 154. D. G. - p. 121. W. N. <<

[134] *De Orbitis*. 383 LS. - p. 154. D. G. - p. 121. W. N. <<

[135] *De Orbitis*. 383-385 LS. - p. 154. D. G. - pp. 121-123. W. N. <<

[136] Pueden recordarse aquí, las influencias ejercidas por ciertas imágenes o representaciones, la mayor parte de las veces puramente simbólicas y exentas de contenido conceptual, por parte de filósofos de la naturaleza. En concreto, la idea del sol como símbolo de la centralidad, de la luz, de la infinitud o de la esfericidad, viene ya anunciada en las ideas de Novalis, Baader o Bohme. Cfr. Vieillard-Baron, en *Hegel et la revolution copernicienne*. Bulletin de la societé Ligérienne de Philosophie. N.º l. 1973. p. 78. Habría que hacer notar, también, que si bien esta influencia es evidente, los textos del propio Hegel no reflejan una influencia considerable. <<

[137] *De Orbitis*. 385 LS. - p. 154. D. G. - p. 123. W. N. <<

[138] Hoy día la cosa no ha variado sustancialmente. Las explicaciones acerca del orígen y formación del universo son subordinadas a los datos ofrecidos por unos instrumentos de observación cada vez, evidentemente, más poderosos. Por medio de estos datos se puede, en la actualidad, tener un mapa de la situación física del universo poco tiempo después de su nacimiento (en hipótesis de un comienzo del universo por medio de un Big-Bang). Cada vez más, estos datos se harán más exhaustivos y se obtendrá un mayor número de información acerca del universo. Sin embargo, siempre quedará la duda acerca del valor que estos descubrimientos puedan tener dentro de la economía global de un saber errante, de un saber que antepone y ofrece la alucinación de una exuberancia cuantitativa que queda enseguida superada, frente a la eterna fundamentación conceptual que pretende la filosofía. <<

[139] *De Orbitis*. 385 LS. - p. 154. D. G. - p. 123. W. N. <<

[140] *De Orbitis*. 385 LS. - p. 155. D. G. - p. 123. W. N. <<

[141] Intentando identificar la línea de cohesión con la línea indiferente que separa los cuerpos. <<

[142] *De Orbitis*. 395 LS. - p. 161. D.G. - p. 135. W. N. <<

[143] *De Orbitis*. 395 LS. - p. 161. D.G. - p. 133. W. N. <<

[144] Anteriormente ha sido mostrada esta pretensión en el trabajo de Newton. <<

[145] *De Orbitis*. 395 LS. - p. 162. D. G. - p. 135. W. N. <<

[146] Enz. § 268. p. 331. V. P. - p. 223. F. M. <<

[147] Lo cual indica un espíritu poco científico. No es lo que el personaje Hegel ha establecido en tomo a una cuestión concreta lo que interesa al filósofo o al científico sino la viabilidad de su proyecto. Entre los dos puntos de comentario correspondientes al zusatz del parágrafo §254 de la Enz. Hegel introduce un aviso, un paréntesis que informa, de manera directa, acerca del papel que él mismo representa en la construcción del concepto científico. Dice Hegel que, aunque su construcción fuera del todo errónea ello no sería obstáculo para que su plan de elaboración de un concepto científico fuera pertinente y necesario. Tal afirmación es significativa y de grandes consecuencias. Significa, en primer lugar, la escasa o irrelevante importancia que toma en todo este asunto, en la fabricación concreta de los diferentes momentos que han de producirse para que el concepto, es decir, la total y perfecta transparencia del objeto científico tenga lugar, el papel del individuo o científico particular y concreto. Por lo tanto no es la defensa de «su» proyecto lo que a Hegel interesa primordialmente. No es la apología directa de su sistema filosófico lo que a Hegel interesa fundamentalmente. No es, precisamente, la arrogancia o absolutez del egocentrismo hegeliano lo que aparece como motor de su trabajo sino tan sólo la simple y sencilla exigencia de verdad y transparencia. Lo que realmente aparece detrás de esta modesta afirmación es un aviso, incomprensiblemente olvidado o descuidado, o una indicación acerca del verdadero sentido o dirección que ha de adquirir cualquier reflexión seria efectuada en tomo al trabajo de Hegel en particular, o de cualquier otro filósofo en general. Esta indicación, tomada al pie de la letra suprime, relativiza y desprecia, incluso, cualquier valoración positiva o negativa que de las mediaciones concretas de ciertos aspectos de su obra haya realizado el propio Hegel. Por lo que al interés de nuestro propio trabajo corresponde, cabría decir que todas y cada una de las irregularidades cometidas por Hegel a lo largo de su *Tesis de Habilitación* quedan en segundo plano. Del mismo modo la crítica contenida en los parágrafos de la *Enciclopedia* en relación a puntos concretos de desarrollo de las ciencias

particulares, tratadas parágrafo a parágrafo, muestran, en caso de ser erróneas, la incapacidad o desconocimiento del sujeto particular Hegel. Pero esto es lo de menos. Lo importante y esencial de la discusión afecta, como siempre, a los principios del sistema mismo. Es al concepto y plan general de la obra hegeliana a lo que hay que ceñirse para comprobar, ahí, lo fundado o infundado del pensamiento científico hegeliano, en este caso.

Advertencia fundamental a la hora de efectuar una valoración del trabajo hegeliano. Solamente si el proyecto general es inconcebible, solamente si las exigencias derivadas del planteamiento general del problema son contradictorias, solamente si el sistema en absoluto, o el concepto global hegeliano de la cientificidad es inconcebible cabe hablar de una ilegitimidad o inconsistencia del trabajo hegeliano.

En realidad la cuestión aquí tratada es doble. Por un lado, la crítica puede centrarse en aspectos concretos de la obra hegeliana, y encontrando ahí errores y lagunas e imperfecciones, invalidar las pretensiones hegelianas en tomo a ese punto concreto así como a las deducciones efectuadas en torno a tal aspecto de su desarrollo. Por otro lado, cabe ir directamente al grano del asunto, y el grano del asunto lo constituye la pretensión global de Hegel de ofrecer un concepto mediante y en el cual la filosofía y la ciencia vienen a englobarse bajo el mismo concepto coincidiendo en su esencia íntima. Tan sólo la crítica que pone de relieve las insuficiencias o la inviabilidad conceptual del proyecto puede atacar y destruir el corazón hegeliano. En el primero de los casos sólo se consiguen heridas superficiales. En el segundo la muerte. <<

[148] *De Orbitis*. Nota 14. De Gandt, p. 189. <<

[149] *De Orbitis*. p. 190. De Gandt. Este suceso quedó tan grabado que es, prácticamente, el único que se recuerda cuando se trata de glosar el concepto de la ciencia en Hegel. El mismo Gauss arremetió con duras palabras la «intromisión» del filósofo. «Escribiendo a su amigo Schumacher el 1 de Noviembre de 1844, dice Gauss: “Se ve el mismo tipo de cosa (incompetencia matemática) en los filósofos contemporáneos Schelling, Hegel, Nees von Essenbeck y sus seguidores; ¿no te ponen los cabellos de punta con sus definiciones?”» Cfr. en Eric Temple Bell. *Gauss, el príncipe de los matemáticos*, p. 240. No se tiene noticia de si Gauss tuvo la ocasión de leer las tres notas concernientes al cálculo diferencial que se encuentran dentro de la *Ciencia de la Lógica*. Parece indudable que el desliz hegeliano en la *Disertación* pesó de forma definitiva en el juicio de Gauss, en tanto que él tomó parte importante en el asunto.

Más importante es el juicio que puede emitirse ecerca del «proyecto» que en torno a un determinado concepto de la ciencia pretende establecer Hegel. A este respecto son interesantes estas palabras de Víctor Gómez Pin en su *Hegel*. Ed. Barcanova. 1983, cuando tras de recordar el fracaso de la hipótesis hegeliana en tomo al planeta buscado se pregunta si con ello queda invalidado el proyecto hegeliano:

«No, a nuestro juicio. Lo esencial del hegelianismo, aquí todavía en embrión, reside en haber extraído todas las consecuencias de un viejo descubrimiento de los griegos, a saber: que las cosas objetivas, la objetividad como tal, sólo se presentan bajo la forma de una interpretación, es decir sólo se presentan *subsumidas* bajo ciertos conceptos o ideas». (*Op. cit.*). Cfr. p. 17. También recuerda el autor que:

«Una ciencia necesaria es una ciencia que no tiene otra limitación que aquella impuesta por las premisas lógicas de que la razón parte. Y si resultase que las premisas de partida aparecieran como resultado de las conclusiones de ellas derivadas, tendríamos entonces una ciencia puramente libre. Si esta ciencia puramente libre estuviera en condiciones de deducir la

pretendida realidad a la que, según el empirismo debe *adecuarse* a la razón, entonces además de libre la ciencia constituiría lo universal». (*Op. cit.*). Cfr. p. 17. <<

[150] Estos son algunos ejemplos. Por ejemplo, R. Serrau en su *Hegel y el hegelianismo*. Ed. Buenos Aires. 1964, refiere con las siguientes palabras el fracaso de la *Disertación*. «En su tesis de “habilitación” *De Orbitis planetarum*, que defendió en 1801, había “demostrado” que entre Júpiter y Marte no podía haber otros cuerpos, en el mismo año en que el descubrimiento de Ceres refutaba su desventurada deducción. Esta desventura lo hizo en lo sucesivo más prudente; poco a poco atenuó los ataques contra Newton en las diferentes ediciones de la *Enciclopedia*, y aconsejaba a sus estudiantes que no hicieran tesis sobre temas propiamente científicos». (*Op. cit.*). Cfr. p. 36. Algo más duras son las palabras del barón von Zach, (referido en W. Neuser en su Introducción al *De Orbitis*. Ed. Acta Humaniora. VCH. 1986) uno de los primeros que criticó la Tesis de Habilitación de Hegel. La crítica apareció en la revista de astronomía *Monatliche Correspondenzen zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde* en Abril de 1802. Las palabras con las que acogió el trabajo de Hegel fueron las siguientes:

«Den sichersten und traurigsten Beweis davon (von dem Fehlen gründlicher mathematischer Studien an Schulen, W. N.) geben die überhand nehmende Menge unserer heutigen transcendentalen Physiker… Solche Leute,… wollen Newton, dessen Schuhriemen aufzulösen sie höchst un würdig sind, tadeln und meistem, dessen Lehren noch immer die glanzendsten Entdeckungen im Welt-system veranlassen, indessen ihre Hyperphysik und ihre Tráumereyen nicht nur nicht geringste Entdeckung hervorgebracht, sondern sie sogar verhindert haben würden, wenn man ihnen gefolgt wäre». (*Op. cit.*). Cfr. p. 1.

La crítica se concentró en tres puntos, crítica que todavía se ha mantenido hasta prácticamente nuestros días:

1) Hegel ignoraba la experiencia a partir de bases sistemáticas, y quería deducir *a priori* conceptos de hechos empíricos.

2) Los valores de Hegel no corresponden con los valores observados.

3) Hegel niega la existencia de los asteroides, aún después de haber sido descubiertos. (*Op. cit.*). Cfr. p. 5.

Hegel apoya su crítica en la diferencia entre las fuerzas centrípeta y centrífuga, confundiendo esta última con la inercia que es la fuerza considerada por Newton (er verwechselt Zentrifugalkraft und Newtonsche Trägheitskraft). (*Op. cit.*). Cfr. p. 7. Esta confusión acerca de la fuerza centrífuga se produce más bien entre los seguidores de Newton, por ejemplo Alembert o Gravesande. *Eléments de Physique*. 1747. También leyó los libros (que se encuentran en su biblioteca privada), de Laplace. *Darstellung des Weltsystems*, (traducción de J. K. F. Hauff. Frankfurt 1797, de la obra *L'Exposition du Systéme du monde*. 1796); C. MacLaurin. *Expositio philosophiae Newtonianae*. Wien 1761; B. Martin. *Philosophia britanica oder Lehrbegriffe der newtonischen Weltweisheit, Sternkunde, etc.* Leipzig 1778. En este último libro puede encontrarse una confusión entre la fuerza centrífuga y la fuerza inercial como se encuentra en Hegel.

Por último, la dura crítica de F. De Gandt en su Introducción al *De Orbitis*: «Les carences scientifiques de la Naturphilosophie sont le résultat d'une situation culturelle, où Hegel se trouve modelé comme tous les autres intellectueles de sa génération. C'est tout un milieu qu'il faudrit incriminer. Le *De Orbitis* en fournit un exemple inquiétant: quand Hegel cite la Définition V des *Principia* de Newton comme une définition de la forcé centrifuge, son erreur a des graves conséquences, elle invalide à peu prés toute la critique qu'il fait de Newton». (*Op. cit.*). Cfr. pp. 46-47.

«Mieux vaut ne pas s'appesantir sur la malhereuse affaire des astéroides. Cet échec n'est que l'indice d'un malentendu beaucoup plus profond: il faut mettre en cause l'objetif global de la *Dissertation*, car la critique de Hegel contre Newton n'est pas plus recevable que ses assertions sur le nombre des planètes.

Rejeter la mécanique céleste de Newton en 1801, c'est aller à contre-courant du mouvement scientifique contemporain et méconnaître les acquis de tout le 18e siècle.» (*Op. cit.*). Cfr. p. 52.

Bien es cierto que la recepción de la obra de Newton en las Universidades de Alemania se vio dificultada por la tradicción leibniciana. (*Op. cit.*). Cfr. p. 54.

Según el autor, parece que Hegel no leyó directamente Kepler sino que se basó en la obra del astrónomo Schubert *Lehrbuch der theoretischen Astronomie*, Saint-Pétersbourg, 1798. (*Op. cit.*). Cfr. pp. 179-180. <<

[151] Sobre todo, cuando el mismo Hegel relativiza el alcance de su *Disertación*. Una carta enviada por Van Ghert a Hegel. Amsterdam, 26 de octubre de 1812. p. 374. Vol. 1, finaliza con estas palabras:

«… vous lui feriez (se refiere a Snieders, *candidatus medicinae* a Göttingen en esas fechas) certainement plaisir si vous vouliez avoir la bonté de lui envoyer, pour moi et quelques amis, quatre Dissertationes de orbitis planetarum.

Respuesta de Hegel. Nuremberg, 18 de diciembre de 1812:

«En ce qui conceme ma dissertation, j’exaucerais volontiers votre désir; mais c’est à peine si j’en ai encore un exemplaire: de toute fagon, vous n’y perdez pas beaucoup;— pour l’étude de 1’astronomie, il est presque indifférent de prendre tel ou tel ouvrage d’initiation; les manuels de Bode ont beaucoup de mérite comme livres de vulgarisation. Pour pénétrer plus au fond des choses, il faut être familiarisé avec le calcul différentiel et intégral, en particulier d’après les nouveaux exposés frangais». (*Op. cit*.). Cfr. p. 378. Vol.l. <<

[152] Theodor G. Bucher. *Wissenschaftstheoretische Überlegungen zu Hegels Planetenschrift*. Hegel-Studien. Band 18. Bouvier Verlag Herbert Grundmann. Bonn. 1983. <<

[153] *De Orbitis*. 399 LS. - p. 164. D. G. - p. 139. W. N. En la nota 68 de la edición de De Gandt, se advierte acerca del origen probablemente pitagórico de la serie y de la arbitrariedad de la substitución del quinto término por parte de Hegel. Se da noticia también de la mención a otro *Timeo* atribuido a Timeo de Locres y que resumiría el *Timeo* platónico. Este escrito post-platónico fue escrito aproximadamente entre el primer año antes de Cristo y dos después de Cristo. (*Op. cit*.). Cfr. p. 76. **<<**

[154] Para una mayor información acerca de las especulaciones pitagóricas en tomo a la tétrada ver la obra citada de Theodor G. Buchner. (*Op. cit*.). Cfr. pp. 76-82. <<

[155] Ver al respecto W. Kaufman *Hegel*. Ed. Alianza Universidad. 1985, donde se recuerda el intento de Rosenkranz por justificar a Hegel en su *Disertación*:

«Hegel escribió esta disertación durante la primavera y el verano de 1801, pero, evidentemente, ignoraba todavía el descubrimiento de Ceres por Piazzi el 1 de enero de 1801; y no pudo estar enterado del de Palas, por Olbers, el 28 de Marzo de 1802, como tampoco del de Juno (en 1804) ni del de Vesta (en 1807). El clamor que se ha levantado, pues, acerca de que el filósofo habría demostrado desde lo alto de su pedestal la inexistencia del planeta mientras el astrónomo lo descubría, pellizcándole la nariz, es una *Schadenfreude* (alegría de ver a otra persona en un mal paso) absolutamente huera y pueril». Cfr. *Hegel's Leben*, pp. 154 y ss. En. W. Kaufman, p. 72. Pobre justificación, por cuanto era la obligación de Hegel estar al tanto de datos tan esenciales para la controversia sobre la que edificó su Disertación.

Más interesante es la observación de H. Glockner acerca de la actitud empírica de Hegel en todo este asunto:

«Fue él (se refiere a Hegel) quien no procedió especulativamente, sino que se atuvo a los datos empíricos, mientras que, por el contrario, los astrónomos no quisieron dar crédito a estos datos y, por razones puramente teoréticas, buscaron otro planeta cuya distancia al Sol correspondiese a la sucesión aritmética supuesta. La verdadera situación del caso es, pues, que los astrónomos "especularon" mientras que el filósofo se mantuvo apegado a la experiencia, y lo único que hizo es tratar de encontrar una ley que correspondiese a los hechos.» H. Glockner. *Hegel*. Tomo II. *Entwicklung und Schicksal der Hegelschen Philosophie.* Stuttgart, 1954. p. 238.

El mismo Glockner resalta el tono irónico de la última parte de la *Disertación*:

«…la observación acerca del *Timeo* y de los planetas, que incluso conlleva una enmienda explícita del texto (y de un texto que, según él

mismo admite, no se refiere a los planetas), tiene cierto tono irónico, si no juguetón: es Hegel quien quiere pellizcar en la nariz a los científicos». Cfr. p. 72. (W. Kaufman). Ello no quiere decir que no se pueda jugar en serio (muy en serio) en la ironía. <<

[156] «II faut remarquer que la loi de Bode est un exemple tres particulier: c'est plutôt une formule commode, un truc de mémoire. Aucune théorie explicative ne sous-tend cet énoncé (autant que nous sachions), il ne dérive d'aucune supposition sur la constitution de l'univers. C'est une simple régularité, une relation numérique toute nue.» *De Orbitis*. Ed. F. De Gandt. p. 190, donde se remite, para una mayor información acerca de la ley de Titius-Bode, a M. M. Nieto. *The Titius-Bode Law of the planetary distances, its history and theory*. New York, 1972. <<

[157] Todas estas cuestiones están consignadas en las páginas 88-89 de la obra citada de T. G. Bucher. <<

[158] Enz. § 260. p. 319-320. V. P. - p. 212. F. M. <<

[159] Enz. § 261. p. 320. V. P. - p. 213. F. M. <<

[160] Cabe añadir que, para el discurso científico, toda deducción que no pueda ser traducida a modelos lógicos formalizados deja de ser científica. Pero lo que Hegel critica en su rechazo del formalismo matemático como representante del discurso científico es, precisamente, la subordinación de tales modelos al entendimiento común del intelecto. <<

[161] Enz. § 261. p. 320. V. P. - p. 213. F. M. <<

[162] Idem. p. 320-321. V. P. - p. 213. F. M. <<

[163] Idem. p. 321. V. P. - pp. 213-214. F. M. <<

[164] Idem. p. 321. V. P. - p. 214. F. M. <<

[165] Idem. p. 321. V. P. - p. 213. F. M. <<

[166] Idem. p. 321. V. P. - p. 213. F. M. <<

[167] Ver los *Principios metafisicos de la ciencia de la naturaleza*. (Segunda parte, Los principios de la dinámica). **<<**

[168] Enz. § 263. p. 323. V. P. - p. 216. F. M. <<

[169] Ver. C. L. En general todo el tercer capítulo. «El ser para sí». «Das Fürsichsein». <<

[170] Enz. § 264. p. 324. V. P. - p. 216. F. M. <<

[171] Idem. p. 324. V. P. - p. 216. F. M. <<

[172] Enz. § 264. p. 324. V. P. - p. 217. F. M. <<

[173] Enz. § 265. p. 325. V. P. - p. 217. F. M. Con pequeña variación nuestra en el texto castellano. <<

[174] Ver capítulo 4.1. <<

[175] Prácticamente toda la Disertación está dedicada a ilustrar la diferencia entre la determinabilidad física y la matemática. Ver cap. 3.1. <<

[176] Ver cap. 3.1. <<

[177] Ver cap. 3.1. <<

[178] Ver caps. 2.3 a 2.6. <<

[179] Ver cap. 2.3. <<

[180] Ver cap. 2.3. <<

[181] Idem. <<

[182] Ver caps. 3.1-3.2. <<

[183] Ver cap. 3.1. <<

[184] Ver cap. 2.4. <<

[185] Idem. <<

[186] Idem. <<

[187] Ver cap. 2.5. <<

[188] Ver cap. 2.3-2.4. <<

[189] Ver cap. 2.5. <<

[190] Ver cap. 2.5. <<

[191] Ver cap. 2.4. <<

[192] Ver cap. 2.5. <<

[193] Idem. <<

[194] Idem. <<

[195] Idem. <<

[196] Para toda esta parte de la Disertación véase igualmente todo el capítulo 2. <<

[197] Ver cap. 2.5. <<

[198] Ver cap. 2.7. <<

[199] Ver cap. 4.2. Acerca de la gravedad, en general, ver caps. 2.7 y 2.8. <<

[200] Acerca de la línea de cohesión y el sistema de los planetas, ver cap. 4.
<<

[201] Ver cap. 4.2. <<

[202] Idem. <<

[203] Idem. <<

[204] Idem. <<

[205] Ver cap. 1. <<

[206] Acerca del espacio-tiempo y la materia, ver cap. 1. <<

[207] Ver cap. 1. <<

[208] Ver cap. 1.1. <<

[209] Ver cap. 3.2. <<

[210] Idem. <<

[211] Ver cap. 4.2. <<

[212] Idem. <<

[213] Ver cap. 3.2. <<

[214] Idem. <<

[215] Para todo lo que resta, ver cap. 4.4. <<